# RADIORAMA

RIVISTA MENSILE EDITA DALLA SCUOLA RADIO ELETTRA

Sped. abb. post. - Gr. III/70
Supplemento al N. 12 del
DICEMBRE 1971 / Anno XVI

700 lire

# TUTTOCOSTRUIRE

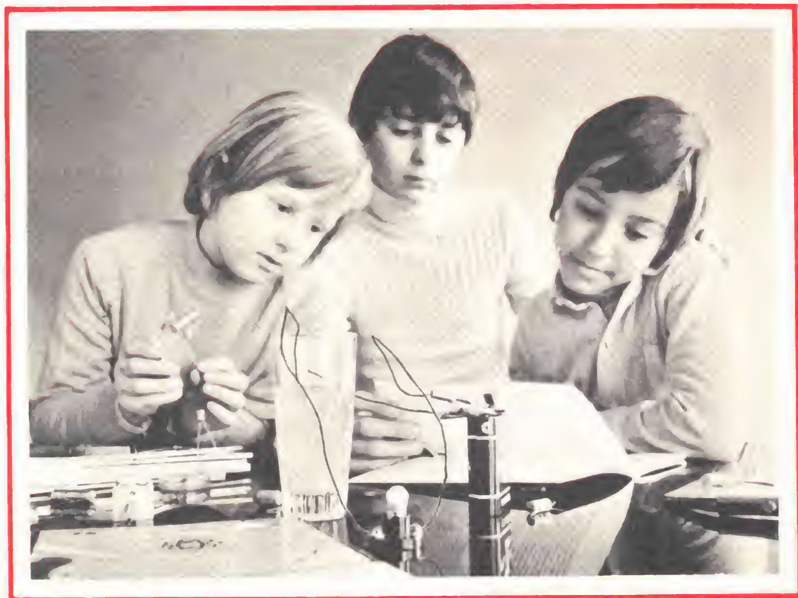


## EDIZIONE SPECIALE

## 15 Apparecchi Elettronici

## COSTRUITELI VOI

# ELETTRONICA



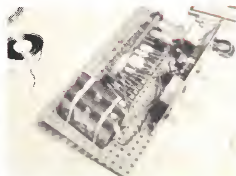
# scienza o magia?

Due fili in un bicchiere d'acqua e... la lampadina si accende.
È opera di un mago? No.
Potrà essere opera vostra quando avrete esplorato a fondo i misteri di una scienza affascinante: l'**ELETTRONICA.**
Chi, al giorno d'oggi, non desidera esplorare questo campo?
Addentratevi dunque nei segreti dell'elettronica sotto la guida della **SCUOLA RADIO ELETTRA,** che propone oggi un nuovo, interessante Corso per corrispondenza: **SPERIMENTATORE ELETTRONICO.**
Tutti possono trovare nel Corso innumerevoli spunti di passatempo o di specializzazione futura.

**MONTERETE TRA L'ALTRO**



UN ORGANO ELETTRONICO



UN RICEVITORE MA

Genitori, insegnanti, amici vedranno con sorpresa i ragazzi ottenere un'ottima preparazione tecnico-scientifica, senza fatica e divertendosi, grazie alle **16 appassionanti lezioni del Corso SPERIMENTATORE ELETTRONICO**
Queste, arricchite da **250 componenti.** permettono di compiere più di **70 esperimenti** e di realizzare apparecchi di alta qualità (fra gli altri, un organo elettronico, un interfono, un ricevitore MA, un giradischi) che **resteranno di proprietà dell'Allievo.**
E non c'è pericolo di scosse elettriche: tutti i circuiti funzionano con bassa tensione fornita da batterie da 4,5 volt.
Richiedete oggi stesso, senza alcun impegno da parte vostra, più ampie e dettagliate informazioni sul CORSO SPERIMENTATORE ELETTRONICO.

Scrivete alla



**Scuola Radio Elettra**
10126 Torino - Via Stellone 5/33
Tel. (011) 674432

RADIORAMA
TUTTOCOSTRUIRE

# SOMMARIO

# RADIORAMA

| | |
|---|---|
| **DIRETTORE RESPONSABILE** | **Vittorio Veglia** |
| DIRETTORE AMMINISTRATIVO | Tomasz Carver |
| REDAZIONE | Antonio Vespa<br>Cesare Fornaro<br>Gianfranco Flecchia<br>Sergio Serminato<br>Guido Bruno<br>Francesco Peretto |
| IMPAGINAZIONE | Giovanni Lojacono |
| AIUTO IMPAGINAZIONE | Adriana Bobba<br>Ugo Loria<br>Giorgio Bonis |
| SEGRETARIA DI REDAZIONE | Rinalba Gamba |
| SEZIONE TECNICA COSTRUTTIVA | Scuola Radio Elettra - Philips - GBC |
| HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO | Angela Gribaudo<br>Giulio La Rocca<br>Gabriele Vitrone<br>Renata Pentore<br>Silvio Dolci<br>Luca Fantoni<br>Giovanna Otella<br>Mauro Vitrotti<br>Franco Monici<br>Ida Verrastro<br>Aldo Mossini<br>Gabriella Pretoto<br>Enrico Sarra<br>Elio Ghisu<br>Giovanni Corino<br>Walter Falciatore<br>Bruno Frola<br>Gaetana Cristiano<br>Marilisa Canegallo<br>Mario Gaido<br>Giancarlo Di Leo<br>Augusto Pignatti |

RADIORAMA TUTTOCOSTRUIRE, rivista divulgativa culturale di elettronica, radio e televisione, edita dalla SCUOLA RADIO ELETTRA ● Numero Speciale ● È vietata la riproduzione anche parziale di articoli, fotografie, servizi tecnici o giornalistici senza preventiva autorizzazione ● I manoscritti e le fotografie anche se non pubblicati non si restituiscono; verrà dato comunque un cenno di riscontro ● Pubblicazione autorizzata con numero 1096 dal Tribunale di Torino ● Spedizione in abbonamento postale, gruppo III - Supplemento al N. 12 ● La stampa di Radiorama è effettuata da litografia interna della SCUOLA RADIO ELETTRA ● Pubblicità: Studio Parker, via Legnano 13, 10128 Torino ● Distribuzione nazionale: Diemme diffusione Milanese, via Taormina 28, tel. 68.83.407 - 20150 Milano ● Prezzo del fascicolo: L. 700 ● Copie arretrate, fino ad esaurimento, L. 700 il fascicolo ● I versamenti per le copie arretrate vanno indirizzati a « RADIORAMA », via Stellone 5, 10126 Torino (assegno circolare o bancario o cartolina-vaglia), oppure possono essere effettuati sul C.C.P. n. 2/12930, Torino.

# COMPLESSO DI AMPLIFICAZIONE STEREO Mod. Elettra 168

Il complesso di amplificazione presentato in questo articolo è costituito da un amplificatore stereofonico, da un giradischi stereofonico e da due cassette acustiche chiuse.

L'amplificatore - Lo schema elettrico dell'amplificatore è illustrato nella *fig. 1;* come si può vedere, esso impiega transistori moderni in circuiti particolarmente studiati per il miglior rendimento in BF.

Ogni canale di BF è realizzato infatti con transistori al germanio ed al silicio, tutti accoppiati in c.c. senza trasformatore.

Il transistore T1 funziona come preamplificatore ad alta impedenza di entrata ed a basso rumore, il transistore T2 funziona anch'esso da preamplificatore, mentre il transistore T3 funziona da pilota per i due transistori finali T4 e T5, collegati in modo da funzionare in classe B, in un circuito a simmetria complementare.

L'accoppiamento diretto in corrente continua dei vari transistori permette di eliminare i condensatori di accoppiamento ed i trasformatori particolarmente costosi e facilmente soggetti a guasti, mentre per annullare il conseguente fenomeno di deriva termica dei circuiti si è introdotta una rete di reazione negativa in continua.

Una particolarità circuitale molto interessante è costituita dalla presenza del resistore R5 nel circuito finale a simmetria complementare.

Questo resistore di tipo NTC (Negative Temperature Coefficient) ha la proprietà

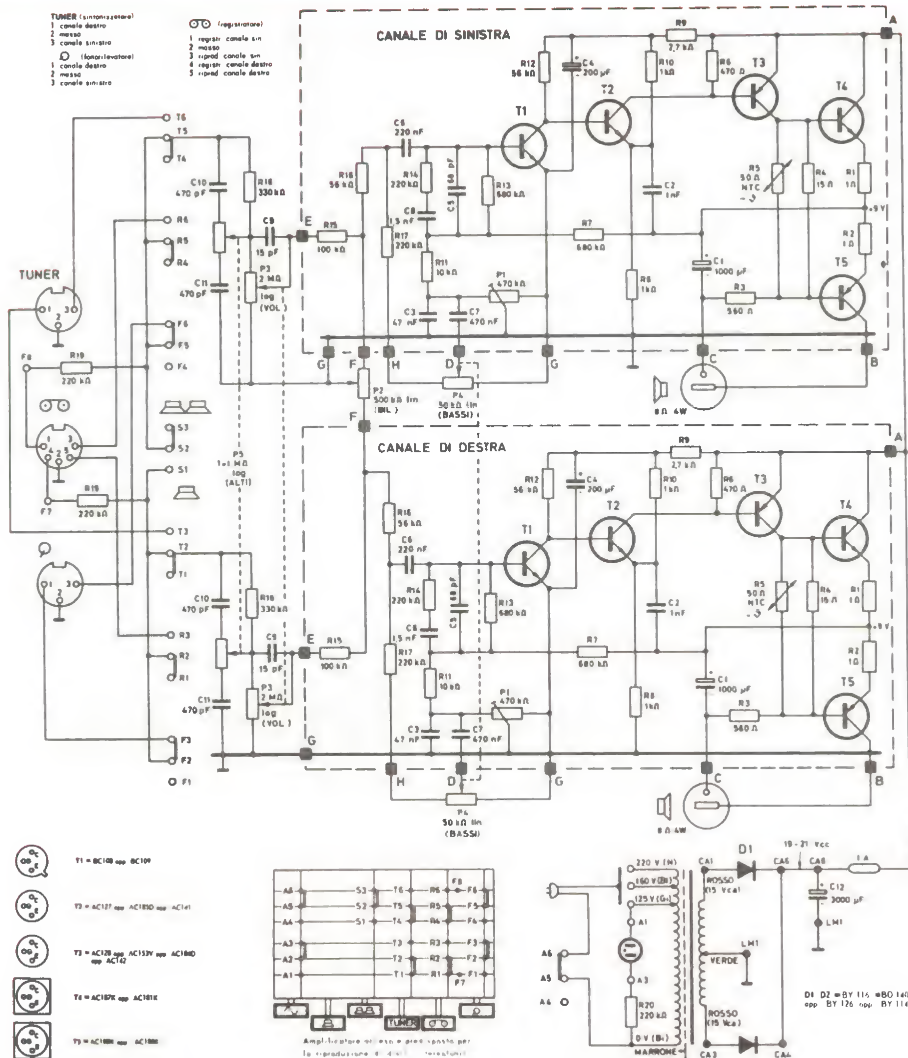



Fig. 1 - Schema elettrico dell'amplificatore stereofonico.

di diminuire il suo valore di resistenza quando aumenta la corrente che circola in esso.
La sua proprietà viene sfruttata quando, per effetto dell'aumento di temperatura dei transistori T4 e T5, cresce la corrente di riposo che circola in essi; diminuisce allora il valore di resistenza del resistore R5, che limita l'aumento di corrente, stabilizzando termicamente il circuito.

Per rendere poi simmetrico il segnale di uscita, si regola il potenziometro semifisso P1 nella fase di messa a punto del circuito. Osservando lo schema della *fig. 1*, si nota che tutti i componenti disegnati all'interno della cornice tratteggiata sono montati sul circuito stampato.
I potenziometri di comando sono invece montati sull'intelaiatura dell'amplificatore. I segnali da amplificare, provenienti da un

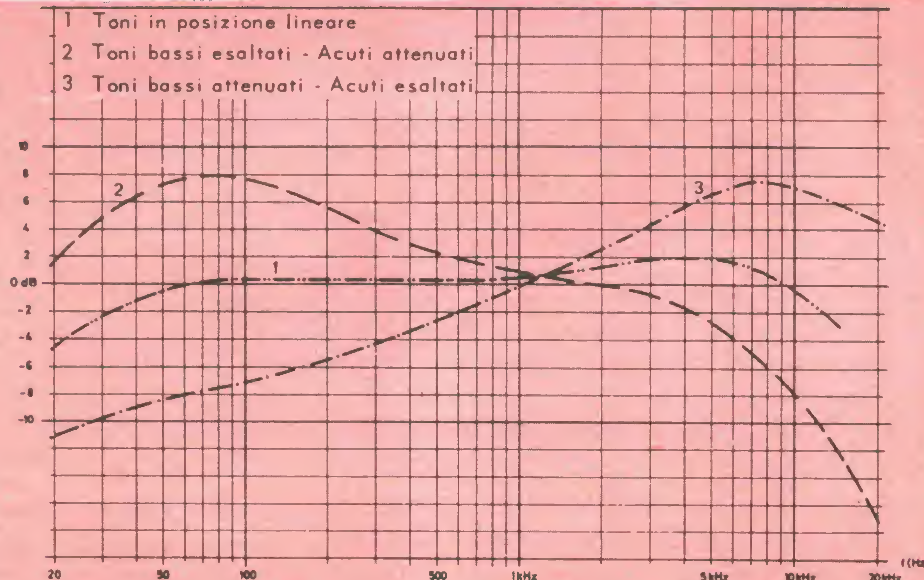
## MATERIALE OCCORRENTE

2 alette di raffreddamento per AC128 od equivalenti
4 angolari con tre fori
2 angolari con cinque fori
2 altoparlanti a doppio cono, da 5"
2 condensatori elettrolitici da 1.000 µF
2 condensatori da 1 nF
2 condensatori da 47 nF
2 condensatori elettrolitici da 200 µF
2 condensatori da 68 pF
2 condensatori da 220 nF
2 condensatori da 470 nF
2 condensatori da 1,5 nF
2 condensatori da 15 pF
4 condensatori da 470 pF
1 condensatore elettrolitico da 3.000 µF
2 circuiti stampati
2 casse acustiche Hi-Fi Stereo con pannello insonorizzatore montato
2 diodi al silicio BY116 = BO140 od equivalenti
1 fusibile da 1 A
1 giradischi con accessori di montaggio
1 lampadina al neon
4 manopole
1 mobile con pannello
1 mobiletto basamento con coperchio
1 potenziometro a grafite lineare da 47 + 47 kΩ con comando unico
1 potenziometro a grafite logaritmico da 2 + 2 MΩ con comando unico
1 potenziometro a grafite logaritmico da 1 + 1 MΩ con comando unico
2 potenziometri lineari semifissi da 470 kΩ
1 portafusibile
1 presa da pannello pentapolare - schermata
2 prese per altoparlante
2 prese da pannello tripolari - schermate
1 pulsantiera con sei pulsanti
4 resistori da 1 Ω
2 resistori da 560 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori da 15 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori NTC da 50 Ω
2 resistori da 470 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
4 resistori da 680 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori da 1 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori da 2,7 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori da 1 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori da 10 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
4 resistori da 56 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
7 resistori da 220 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori da 100 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori da 330 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
1 spina volante bipolare
1 spina tripolare
2 spine per altoparlante
1 supporto anteriore
2 transistori BC108 oppure BC109 od equivalenti (T1)
2 transistori AC127 oppure AC185D oppure AC141 od equivalenti (T2)
2 transistori AC128 oppure AC153V oppure AC184D oppure AC142 od equivalenti (T3)
2 transistori AC187K oppure AC181K od equivalenti (T4)
2 transistori AC188K oppure AC180K od equival. (T5)
1 trasformatore di alimentazione

Filo per collegamenti, viti, dadi, rosette, distanziatori, rondelle di gomma, basette, graffette fermacavo, capicorda e minuterie varie.

## DATI CARATTERISTICI MEDI DELL'AMPLIFICATORE

**Potenza d'uscita:** 2 x 4 W (per distorsione max 5%)
**Distorsione:** 1% (per $P_o$ = 3,5 W)
**Rumore:** – 65 dB
**Tensione d'ingresso:** 260 mV (per $P_o$ = 4 W)
**Corrente richiesta senza segnale:** 50 mA
**Corrente richiesta a piena potenza:** 600 mA
**Intermodulazione:** 4,4%
**Impedenza d'entrata:** 450 kΩ
**Impedenza d'uscita:** 8 Ω
**Alimentazione:** 125 V - 160 V - 220 V c.a.
**Fusibile:** 1 A



CURVE DI RISPOSTA

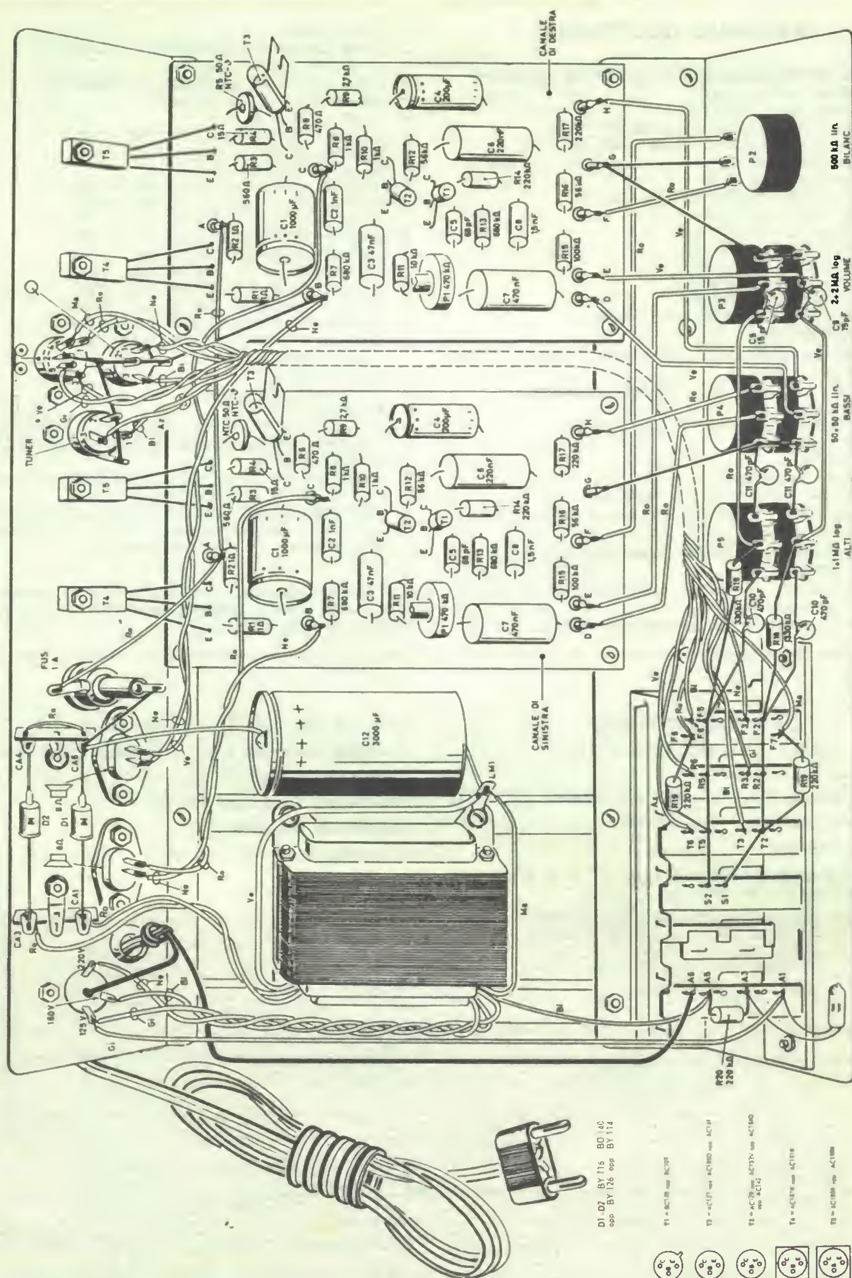



**Fig. 2 - Schema pratico dell'amplificatore stereofonico.**

fonorivelatore oppure da un sintonizzatore o da un registratore, collegati alle apposite prese, vengono applicati all'ingresso dell'amplificatore, dove un circuito formato dal potenziometro P5 e dai condensatori C10 e C11 provvede alla regolazione dei toni alti.

Il potenziometro P3 regola invece il volume, mentre P4 regola i toni bassi.

In particolare, l'aumento delle note basse

si ottiene diminuendo la percentuale di controreazione in c.a. per le frequenze inferiori a 1.000 Hz e la massima esaltazione si ottiene quando il cursore del poteziometro P4 si trova a massa e la controreazione è affidata al gruppo formato dal resistore R14 e dal condensatore C8.

A mano a mano che si inserisce il potenziometro P4, la tensione di controreazione disponibile ai capi del condensatore C7 aumenta con il diminuire della frequenza, introducendo una corrente di reazione sulla base di T1 attraverso lo stesso potenziometro P4 ed il resistore R17.

Bisogna ancora ricordare che, mediante la regolazione del potenziometro P2, si possono bilanciare perfettamente i due canali rendendo uguale l'amplificazione dei due amplificatori.

**Il giradischi** - Il giradischi, che viene sistemato su un elegante mobiletto con apposito coperchio trasparente, è il primo anello che costituisce il complesso di amplificazione. Esso è costituito da una piastra motore con braccio, arresto automatico e cambio di velocità incorporato per dischi a 78, 45 e 33 giri al minuto.

Sul braccio viene innestata la cartuccia piezoelettrica per dischi monofonici e stereofonici.

**Le casse acustiche** - Le cassette acustiche chiuse non risonanti (acoustical box) sono state realizzate per eliminare qualsiasi risonanze nelle cassette e per ridurne notevolmente le dimensioni.

Sono costituite da una cassa completamente chiusa munita solo di un foro per l'altoparlante, che è di tipo biassiale o biconico perché formato da due unità distinte, montate sullo stesso asse ed adatte per la riproduzione dei toni alti, dei toni bassi e medi.

Nell'interno del cono grande, adatto per le note basse e medie, è contenuto, solidale ad esso, un cono piccolo e rigido particolarmente indicato per vibrare alle note alte.

Questo sistema consente di ottenere risultati eccezionali su tutta la gamma delle frequenze acustiche.

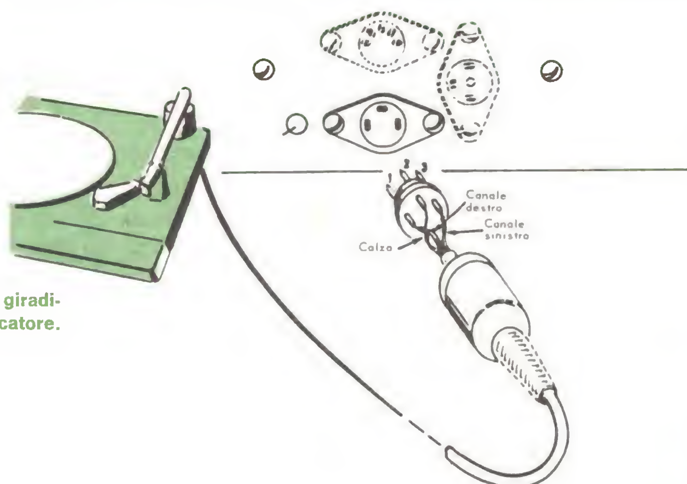



**Fig. 3 - Allacciamento del giradischi alla presa dell'amplificatore.**

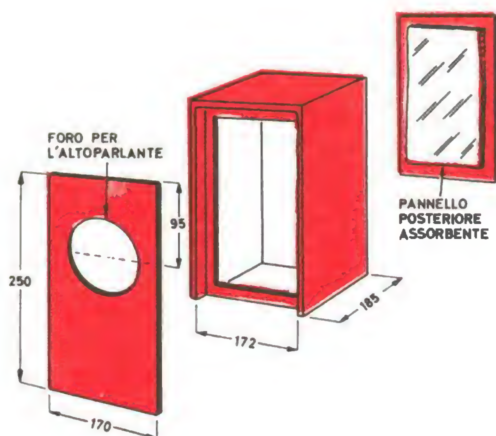



**Fig. 4 - Cassa acustica per altoparlante da 5".**

**Costruzione del complesso di amplificazione** - Come si è già visto, tutti i componenti disegnati all'interno della cornice tratteggiata della *fig. 1* sono montati su circuito stampato. Nel nostro caso sono stati realizzati due circuiti stampati perfettamente uguali (uno per canale), che vanno fissati su una intelaiatura metallica costituita da sei angolari.

Gli angolari devono poi essere fissati su un supporto anteriore e su un supporto posteriore.

Sul supporto anteriore si montano i quattro potenziometri e la pulsantiera, mentre sul supporto posteriore trovano posto le prese, il portafusibile, il cambiatensione, ecc.

Lo stesso supporto posteriore, che deve essere di alluminio, ha anche la funzione di radiatore di calore per i transistori finali T4 e T5.

Il trasformatore di alimentazione va invece bloccato su due angolari, come è visibile nello schema pratico riportato nella *fig. 2*.

La messa a punto dell'amplificatore non presenta difficoltà. Con gli altoparlanti collegati è sufficiente regolare i potenziometri semifissi P1 di ognuno dei due canali, in modo che tra il terminale positivo di C1 e massa si misuri la tensione di 9 V c.c.

Il montaggio del giradischi non presenta alcuna difficoltà; il giradischi viene infatti fornito montato ed è sufficiente sistemarlo nel mobiletto di legno ed allacciare i cavetti provenienti dalla cartuccia piezoelettrica e dal motore rispettivamente all'entrata dell'amplificatore ed all'alimentazione di rete.

Nell'allacciamento all'ingresso dell'amplificatore occorre rispettare la disposizione dei canali sinistro e destro (*fig. 3*).

Per realizzare la cassa acustica si deve usare legno molto duro con tutte le giunture incollate e poi avvitate; qualsiasi fessura va eliminata con mastice adatto per evitare fastidiose risonanze. Nella *fig. 4* sono riportati i dati costruttivi d'ingombro della cassa acustica.

Il pannello insonorizzatore posteriore deve essere di cotone trapuntato o di cellulosa espansa incollata al fondale: quest'ultimo deve essere estraibile ed avvitato al mobile, con molte viti possibilmente di ottone.

Il tessuto di copertura di fronte all'altoparlante deve essere di materiale a trama non compatta per evitare uno smorzamento ed un assorbimento delle alte frequenze; non deve nemmeno essere rigido perché altrimenti si possono manifestare vibrazioni fastidiose durante la riproduzione delle note basse. 

*Il complesso di amplificazione stereofonico descritto nel presente articolo fa parte del Corso HI-FI Stereo allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito, dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito).*

*I materiali necessari per il montaggio del complesso di amplificazione, con le relative istruzioni, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra, via Stellone 5, 10126 Torino e possono essere inviati in 10 pacchi separati al prezzo di L. 9.300 caduno più spese postali, oppure in un unico invio al prezzo di L. 92.300 tutto compreso con pagamento anticipato da effettuare con assegno bancario o con versamento sul c/c postale "2/214 - Scuola Radio Elettra - Torino".*




# Supertester 680 R / ATTENZIONE R come Record !!

II SERIE CON CIRCUITO RIBALTABILE !!

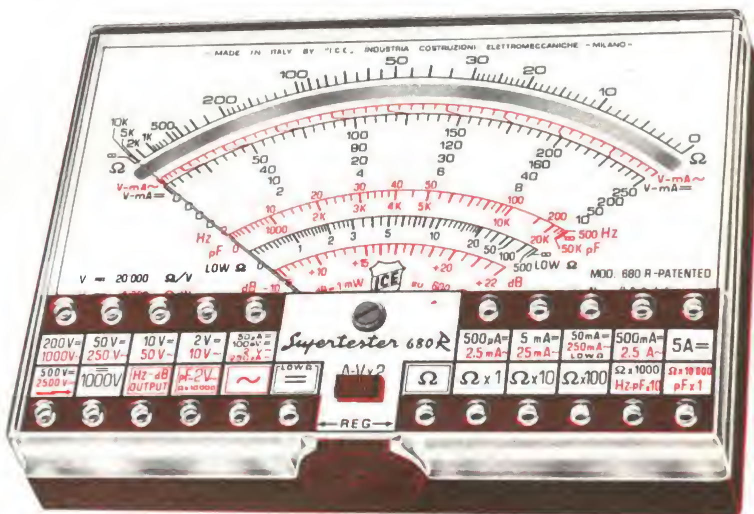
4 Brevetti Internazionali - Sensibilità 20.000 ohms x vol

**STRUMENTO A NUCLEO MAGNETICO** schermato contro i campi magnetici esterni !!
Tutti i circuiti Voltmetrici e amperometrici di questo nuovissimo modello 680 R montan
**RESISTENZE A STRATO METALLICO** di altissima stabilità con la **PRECISIONE ECCEZIONALE DELLO 0,5%**

IN QUESTA NUOVA SERIE IL CIRCUITO STAMPATO PUÒ ESSERE RIBALTATO SENZA ALCUNA DISSALDATURA E CIÒ PER FACILITARE L'EVENTUALE SOSTITUZIONE DI QUALSIASI COMPONENTE !



*Record* di ampiezza del quadrante e minimo ingombro ! (mm. 128x95x32
*Record* di precisione e stabilità di taratura ! (1% in C.C. - 2% in C.A.
*Record* di semplicità, facilità di impiego e rapidità di lettura !
*Record* di robustezza, compattezza e leggerezza ! (300 grammi
*Record* di accessori supplementari e complementari ! (vedi sotto
*Record* di protezioni, prestazioni e numero di portate !




## 10 CAMPI DI MISURA E 80 PORTATE !!!

**VOLTS C.A.:** 11 portate: da 2 V. a 2500 V. massimi.
**VOLTS C.C.:** 13 portate: da 100 mV. a 2000 V.
**AMP. C.C.:** 12 portate: da 50 μA a 10 Amp.
**AMP. C.A.:** 10 portate: da 200 μA a 5 Amp.
**OHMS:** 6 portate: da 1 decimo di ohm a 100 Megaohms.
**Rivelatore di REATTANZA:** 1 portata: da 0 a 10 Megaohms.
**CAPACITA':** 6 portate: da 0 a 500 pF - da 0 a 0,5 μF e da 0 a 50.000 μF in quattro scale.
**FREQUENZA:** 2 portate: da 0 a 500 e da 0 a 5000 Hz.
**V. USCITA:** 9 portate: da 10 V. a 2500 V.
**DECIBELS:** 10 portate: da — 24 a + 70 dB.

Inoltre vi è la possibilità di estendere ancora maggiormente le prestazioni del **Supertester 680 R** con accessori appositamente progettati dalla I.C.E. Vedi illustrazioni e descrizioni più sotto riportate. Circuito elettrico con speciale **dispositivo per la compensazione degli errori dovuti agli sbalzi di temperatura.**
Speciale bobina mobile studiata per un pronto smorzamento dell'indice e quindi una rapida lettura. Limitatore statico che permette allo strumento indicatore ed al raddrizzatore a lui accoppiato, di poter sopportare sovraccarichi accidentali od erronei anche **mille** volte superiori alla portata scelta!!!

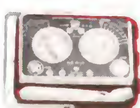
## IL TESTER PER I TECNICI VERAMENTE ESIGENTI !!

Strumento antiurto con speciali sospensioni elastiche. Fusibile, con cento ricambi, a protezione errate inserzioni di tensioni dirette sul circuito ohmetrico Il marchio « I.C.E. » è garanzia di superiorità ed avanguardia assoluta ed indiscussa nella progettazione e costruzione degli analizzatori più completi e perfetti **PREZZO SPECIALE** propagandistico **L. 14.850** franco nostro stabilimento completo di puntali, pila e manuale d'istruzione. Per pagamenti all'ordine, o alla consegna, **omaggio del relativo astuccio** antiurto ed antimacchia in resinpelle speciale resistente a qualsiasi strappo o lacerazione. Detto astuccio da no **BREVETTATO** permette di adoperare il tester con un'inclinazione di 45 gradi senza doverlo estrarre da esso, ed un suo doppio fondo non visibile, può contenere oltre ai puntali di dotazione, anche molti altri accessori. Colore normale di serie del **SUPERTESTER 680 R:** amaranto; a richiesta: grigio.

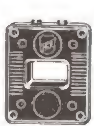
## ACCESSORI SUPPLEMENTARI DA USARSI UNITAMENTE AI NOSTRI "SUPERTESTER 680"



**PROVA TRANSISTORS E PROVA DIODI** *Transtest* **MOD. 662 I.C.E.** Esso può eseguire tutte le seguenti misure: Icbo (Ico) - Iebo (Ieo) - Iceo - Ices - Icer - Vce sat - Vbe hFE (ß) per i TRANSISTORS e Vf - Ir per i diodi. Minimo peso: 250 gr. - Minimo ingombro: 128 x 85 x 30 mm. - **Prezzo L. 8.200** completo di astuccio - pila - puntali e manuale di istruzione.



**VOLTMETRO ELETTRONICO** con transistori a effetto di campo (FET) **MOD. I.C.E. 660.** Resistenza d'ingresso = 11 Mohm - Tensione C.C.: da 100 mV. a 1000 V. - Tensione picco-picco: da 2,5 V. a 1000 V. - Ohmetro: da 10 Kohm a 10000 Mohm - Impedenza d'ingresso P.P = 1,6 Mohm con circa 10 pF in parallelo - Puntale schermato con commutatore incorporato per le seguenti commutazioni: V-C.C.; V-picco-picco; Ohm. Circuito elettronico con doppio stadio differenziale. - **Prezzo netto propagandistico L. 14.850** completo di puntali - pila e manuale di istruzione.



**TRASFORMATORE I.C.E. MOD. 616** per misure amperometriche in C.A. Misure eseguibili: 250 mA. - 1-5-25-50 e 100 Amp. C.A. - Dimensioni 60 x 70 x 30 mm. - Peso 200 gr. **Prezzo netto L. 4.800** completo di astuccio e istruzioni.



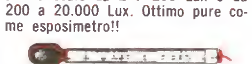
**AMPEROMETRO A TENAGLIA** *Amperclamp* per misure amperometriche immediate in C.A. senza interrompere i circuiti da esaminare - 7 portate: 250 mA. - 2,5-10-25-100-250 e 500 Amp. C.A. - Peso: solo 290 grammi. Tascabile! - **Prezzo L. 9.400** completo di astuccio, istruzioni e riduttore a spina Mod. 29.

**PUNTALE PER ALTE TENSIONI MOD. 18 I.C.E.** (25000 V. C.C.)



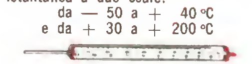
Prezzo netto: L. 3.600

**LUXMETRO MOD. 24 I.C.E.** a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come esposimetro!!



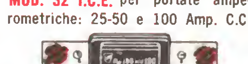
Prezzo netto: L. 4.800

**SONDA PROVA TEMPERATURA** istantanea a due scale:
da — 50 a + 40 °C
e da + 30 a + 200 °C



Prezzo netto: L. 8.200

**SHUNTS SUPPLEMENTARI** (100 mV. **MOD. 32 I.C.E.** per portate amperometriche: 25-50 e 100 Amp. C.C.



Prezzo netto: L. 2.900 cad.

OGNI STRUMENTO I.C.E. È GARANTITO.
RICHIEDERE CATALOGHI GRATUITI A: **I.C.E.** VIA RUTILIA, 19/18 20141 MILANO - TEL. 531.554/5/6

# ESPOSIMETRO ELETTRONICO CON FOTORESISTORI




Le migliori fotografie sono quelle fatte quando, tenendo conto dell'illuminazione dell'ambiente e della sensibilità della pellicola usata, si sono potuti fissare i valori ottimi dei tempi di esposizione e dei corrispondenti valori di apertura del diaframma. È noto che questi valori possono essere scelti empiricamente valutando, per esempio, ad occhio il valore di illuminazione dell'ambiente.

In verità, quando l'illuminazione è notevole, questo sistema empirico dà dei buoni risultati. Esso però non dà più risultati sicuri quando, per esempio, il cielo è coperto, quando si vogliono fare fotografie negli interni (luce artificiale) ed, in genere, in tutti i casi in cui i valori di illuminazione sono molto bassi. In queste condizioni, il problema della migliore combinazione tempo di esposizione / apertura di diaframma può essere risolto brillantemente mediante un esposimetro. Questo strumento, com'è noto, può fornire una misura obiettiva della luce proveniente dall'oggetto o dalla persona da fotografare.

Esistono in commercio molti tipi di esposimetri; il loro funzionamento è basato essenzialmente su due elementi: un elemento fotosensibile (ad esempio cellula al selenio), capace di fornire una maggiore o minore corrente a seconda della maggiore o minore intensità della luce a cui è esposto; uno strumento (in genere, un microamperometro) che registra il valore di corrente cor-

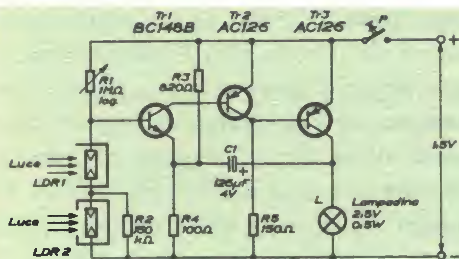



Fig. 1 - Schema elettrico dell'esposimetro elettronico.

**MATERIALE OCCORRENTE**
(disponibile presso i distributori autorizzati della Philips-Elcoma)

TR1 = transistore BC 148 B oppure 108 B
TR2, TR3 = transistori AC 126
C1 = condensatore elettrolitico da 125 µF - 4 V (2222.001.12321)
R1 = potenziometro logaritmico da 1 MΩ (2322.350.70734)
R2 = resistore da 150 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322.101.33154)
R3 = resistore da 820 Ω - 0,25 W, ± 5% (2322.101.33821)
R4 = resistore da 100 Ω - 0,25 W, ± 5% (2322.101.33101)
R5 = resistore da 150 Ω - 0,25 W, ± 5% (2322.101.33151)
LDR1, LDR2 = fotoresistori (2322.600.95001)
L = lampadina (senza viroia) pisello normale chiara da 2,5 V - 0,5 W
P = interruttore a pulsante (normalmente aperto)

Portapila, pila, manopola con scala, schermo per LDR1, schermo per LDR2, circuito stampato, contenitore, dado per potenziometro R1, fili per collegamenti, minuterie meccaniche e varie

NOTA - Le cifre poste fra parentesi, in corrispondenza dei vari materiali, indicano i numeri di codice dei componenti Philips-Elcoma usati per la costruzione del prototipo.

rispondente, indicandolo su una scala opportunamente tarata.
Un esposimetro elettronico è quello che, oltre ad avere i due suddetti elementi, incorpora in più un amplificatore in grado di aumentare considerevolmente la precisione e la sensibilità dello strumento.
L'esposimetro elettronico che presentiamo è semplice da costruire, non richiede il microamperometro, è fatto con componenti facilmente reperibili ed ha una sensibilità e precisione che non hanno nulla da invidiare a quelli attualmente in commercio.

**Come funziona l'esposimetro** - Lo strumento oggetto di questo articolo è alimentato da una batteria, che sarà necessario sostituire di tanto in tanto a seconda del maggiore o minore impiego dello strumento stesso. Lo schema elettrico è riportato nella *fig. 1*. I fotoresistori LDR1 e LDR2 possono considerarsi gli "occhi" dell'esposimetro. La caratteristica di questi componenti fatti di solfuro di cadmio è quella di aumentare il valore della loro resistenza via via che la luce che li colpisce tende a diminuire. Questo interessante comportamento resistenza/illuminazione è indicato dal grafico della *fig. 2*. Il fatto più interessante che si nota osservando questo grafico è il suo andamento lineare (in scala logaritmica), che si mantiene tale anche per valori estremi di illuminazione. Per questo motivo i fotoresistori LDR sono i dispositivi più adatti per misurare intensità di illuminazione di valori più disparati: in piena luce diurna od in oscurità relativa, la relazione tra la resistenza del fotoresistore e l'illuminazione a cui esso viene esposto si mantiene rigorosamente lineare.
Per il nostro esposimetro abbiamo scelto il tipo di fotoresistore LDR 2322 600 95001. Insieme al potenziometro R1 (collegato a reostato), il fotorestistore forma un partitore di tensione collegato all'ingresso di un amplificatore di corrente continua, funzionante con i transistori TR1, TR2 e TR3.
Osservando il circuito, si vede chiaramente che la tensione all'ingresso di questo amplificatore dipende dal rapporto che viene a stabilirsi tra la resistenza del potenziometro R1, da una parte, e la resistenza complessiva dei due fotoresistori in serie, dall'altra.
Supponiamo ora che questa tensione sia

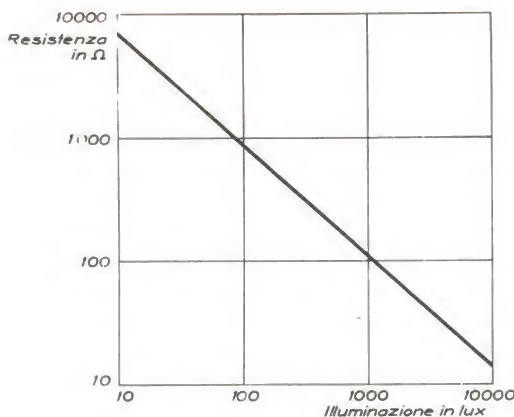



**Fig. 2 - Diagramma indicante l'andamento della resistenza (in ohm) di un fotoresistore LDR in funzione del valore di illuminazione (espresso in lux).**

abbastanza elevata da fare entrare in conduzione il transistore n-p-n TR1; in queste condizioni, la corrente di collettore di TR1 farà entrare in conduzione anche il transistore TR2; inoltre, la tensione fra il collettore di TR2 ed il positivo della batteria diminuirà e, di conseguenza, diminuirà anche la tensione applicata tra la base e l'emettitore di TR3, il quale si bloccherà. In queste condizioni, la lampadina L inserita sul circuito di collettore di TR3 non potrà accendersi quando viene premuto il pulsante P (che normalmente è aperto).

Supponiamo ora che la resistenza complessiva dei fotoresistori LDR diminuisca, per esempio, a causa di una maggiore illuminazione dell'ambiente (ved. *fig. 2*). Succederà allora che la tensione di ingresso applicata alla base del transistore TR1 diminuirà, bloccando quasi completamente questo transistore; a sua volta, anche il transistore TR2 risulterà bloccato, mentre il transistore TR3 potrà entrare in conduzione. Ed infatti, premendo il pulsante P, la lampadina si accenderà.

Un'accurata regolazione del potenziometro R1 è tuttavia possibile solo impiegando un circuito di reazione positiva che va dall'uscita dell'amplificatore all'ingresso del medesimo (dal collettore di TR3 all'emettitore di TR1) tramite il condensatore elettrolitico C1. A causa dell'elevato guadagno che si ha quando il transistore TR1 comincia a condurre, cominciano ad innescarsi delle oscillazioni, la cui frequenza, determinata principalmente dai valori di C1 e R4, è di pochi cicli al secondo.

Pertanto, è possibile regolare il potenziometro R1 in maniera tale che per qualsiasi valore della resistenza complessiva dei

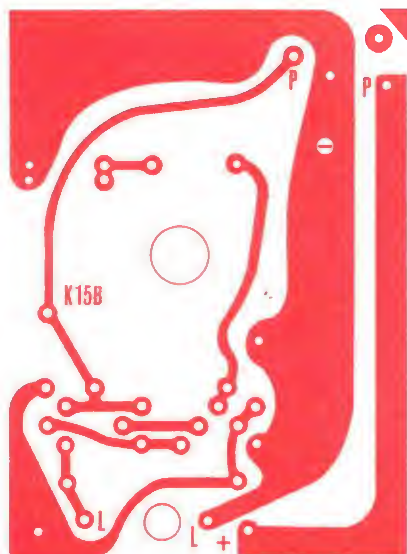



**Fig. 3 - Illustrazione del circuito stampato, in grandezza naturale.**

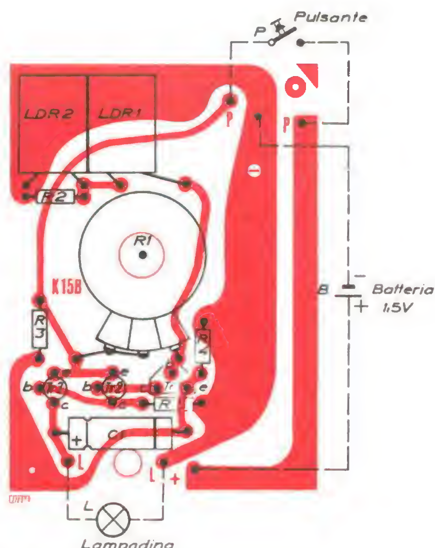



**Fig. 4 - Disposizione dei componenti sulla piastrina del circuito stampato.**

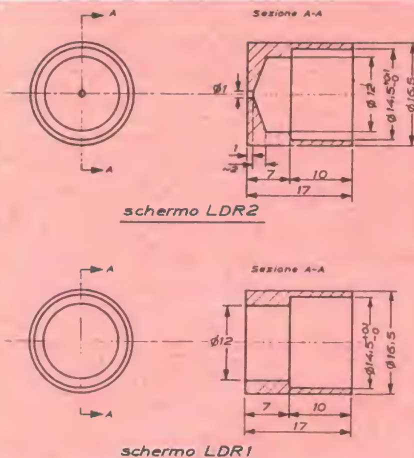



**Fig. 5 - Dimensioni in mm dello schermo del fotoresistore LDR2 (in alto) e di quello del fotoresistore LDR1 (in basso). Entrambi sono realizzati in alluminio ossidato nero opaco. La tolleranza generale sulle quote è del ± 0,2 mm.**

due fotoresistori LDR, la lampadina cominci a lampeggiare.

Si può quindi concludere che la particolare posizione della manopola del potenziometro R1 potrà essere considerata una misura dell'illuminazione alla quale vengono esposti i fotoresistori.

(La batteria impiegata è un normale elemento a stilo da 1,5 V e la lampadina L è un normale tipo miniatura).

**Una particolarità del circuito** - Vogliamo ora spiegare perché abbiamo collegato in serie i due fotoresistori LDR, uno dei quali ha in parallelo un normale resistore.

Abbiamo visto dalla caratteristica illuminazione/resistenza dei fotoresistori LDR (*fig. 2*) che la resistenza di questi elementi va da qualche megaohm, quando il fotoresistore si trova pressoché in oscurità, fino a pochi ohm quando il medesimo viene esposto alla luce. Volendo coprire con un semplice controllo potenziometrico una così estesa gamma di valori di illuminazione, dovremo fissare il limite inferiore di resistenza a circa 500 Ω, ed il limite superiore a 1 MΩ. Ciò è stato attuato nel nostro esposimetro ricoprendo il fotoresistore LDR2 con un cappuccio metallico, avente al centro un foro del diametro di 1 mm. In questo modo succederà che, anche in piena luce diurna (quando cioè la resistenza del fotoresistore non coperto LDR1 risulta praticamente trascurabile), il fotoresistore LDR2 presenterà invece un valore di resistenza minimo di circa 500 Ω. Nelle condizioni opposte, e cioè a bassi valori di illuminazione ambientale, la resistenza del solo fotoresistore LDR2 avrebbe un valore molto elevato (alcune decine di megaohm), mentre la resistenza della combinazione di LDR2 + il resistore R2, collegato in parallelo, risulterà all'incirca di 150 kΩ. In altre parole, a valori di illuminazione elevati sarà il fotoresistore LDR2 che provvederà a misurare l'intensità luminosa, mentre a bassi valori di illuminazione questo compito verrà espletato dal fotoresistore LDR1, con in serie il resistore R2 da 150 kΩ. Con questo accorgimento ed impiegando il potenziometro logaritmico R1 riusciamo ad ottenere una scala di valori di illuminazione abbastanza lineare compresa tra 1 e 16.

**TABELLA 1**

| Apertura diaframma | Tempo di esposizione in secondi | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 | 1/250 | 1/500 | 1/1000 | | | | |
| 2,8 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 | 1/250 | 1/500 | 1/1000 | | | |
| 4 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 | 1/250 | 1/500 | 1/1000 | | |
| 5,6 | 15 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 | 1/250 | 1/500 | 1/1000 | |
| 8 | 30 | 15 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 | 1/250 | 1/500 | 1/1000 |
| 11 | | 30 | 15 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 | 1/250 | 1/500 |
| 16 | | | 30 | 15 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 | 1/250 |
| 22 | | | | 30 | 15 | 8 | 4 | 2 | 1 | 1/2 | 1/4 | 1/8 | 1/15 | 1/30 | 1/60 | 1/125 |
| Valori di illuminazione | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |

**TABELLA DI ESPOSIZIONE**

**Valori di illuminazione** - La scala del nostro esposimetro, calibrata in valori di illuminazione da 1 a 16, permette di determinare l'apertura del diaframma ed il tempo di esposizione per pellicole da 21 DIN (100 ASA) nelle più varie condizioni di illuminazione.

La tabella 1 serve per conoscere le combinazioni possibili apertura di diaframma/tempo di esposizione in secondi, una volta conosciuto il valore di illuminazione dell'ambiente, letto sulla scala dell'esposimetro. I valori apertura di diaframma/tempo di esposizione dati dalla tabella 1 valgono solo per pellicole con sensibilità di 21 DIN (100 ASA). Nel caso di pellicole con sensibilità diversa, è necessario moltiplicare il tempo di esposizione dato dalla tabella 1 per il fattore di conversione riportato nella tabella 2.

**TABELLA 2**

| ASA | DIN | FATTORE di conversione |
|---|---|---|
| 12 | 12 | 8 |
| 25 | 15 | 4 |
| 50 | 18 | 2 |
| 100 | 21 | 1 |
| 200 | 24 | 1/2 |
| 400 | 27 | 1/4 |
| 800 | 30 | 1/8 |
| 1600 | 33 | 1/16 |
| 3200 | 36 | 1/32 |

**TABELLA DI CONVERSIONE**

Facciamo un esempio: supponiamo di avere una pellicola con sensibilità di 27 DIN (400 ASA). Se l'esposimetro dà un valore di illuminazione di 10, scegliendo un'apertura di diaframma 4, la tabella 1 ci dice che, per una pellicola di 21 DIN, il tempo di esposizione è 1/60. Ma la nostra pellicola è da 27 DIN, pertanto la tabella 2 ci dice che il fattore di conversione per questo valore di sensibilità è 1/4. Ciò significa che il suddetto tempo di esposizione deve essere di valore più breve, e cioè esso dovrà essere:

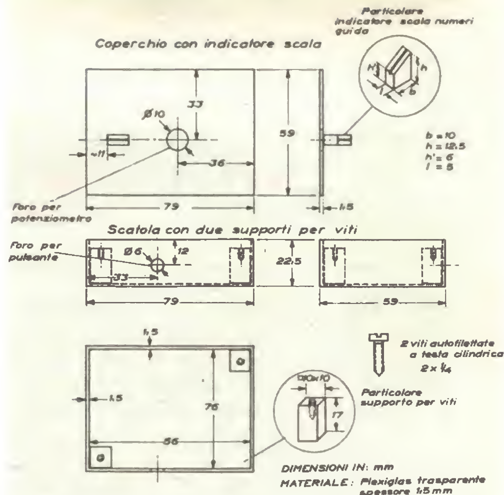



Fig. 6 - **Dimensioni (in mm) della scatoletta di plexiglass trasparente per l'esposimetro elettronico.**

$$\frac{1}{60} \times \frac{1}{4} \sim \frac{1}{250}$$

per un'apertura del diaframma sempre di 4. Analogamente, per una pellicola da 18 DIN, fattore di illuminazione 10 e diaframma 4, il tempo di esposizione sarà $\frac{1}{30}$ in quanto

$$\frac{1}{60} \times 2 = \frac{1}{30}$$

**Costruzione** - I componenti vengono montati sulla piastra a circuito stampato (rappresentato nella *fig. 3* in grandezza naturale) secondo la disposizione visibile nella *fig. 4*. I due resistori LDR vanno infilati in due tubetti-schermo, le cui dimensioni sono riportate nella *fig. 5*, e fissati con mastice nero (si consiglia il BOSTIK 292 o equivalenti); con il medesimo mastice saranno poi fissati sulla basetta, come indicato nella *fig. 4* ed accanto verrà incollato anche il portapile. Tutto l'esposimetro può venire sistemato dentro una scatoletta di plastica, della quale nella *fig. 6* sono riportate le dimensioni. A montaggio ultimato, si potrà procedere alla taratura dell'esposimetro.

Un prototipo di questo strumento è stato realizzato con componenti reperibili presso i distributori autorizzati della Philips-ELCOMA, ad eccezione del contenitore e di altre minuterie facilmente reperibili ovunque. Il circuito stampato può essere

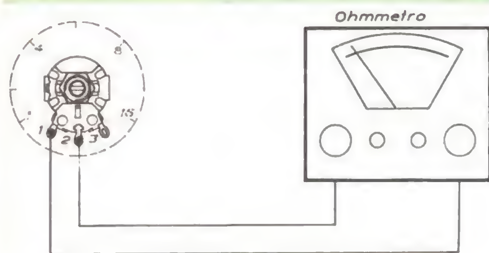
realizzato impiegando i vari sistemi attualmente in uso.

**Calibrazione dell'esposimetro** - Per effettuare una buona calibrazione dell'esposimetro, è necessario avere a disposizione una sorgente di luce ad intensità variabile, un pezzo di vetro opalino ed un buon esposimetro campione.

Per quanto riguarda la sorgente di luce ad intensità variabile, potrebbe essere di valido aiuto il "Variatore di luce", descritto sul numero di maggio 1971 della nostra rivista. Le operazioni da eseguire sono le seguenti:

- si pone la lastra di vetro opalino ad una data distanza dalla lampadina (distanza che deve restare costante);
- si appoggia sul vetro opalino la cellula dell'esposimetro campione e si effettua la calibrazione dell'esposimetro da tarare, iniziando dal valore di illuminazione più basso o più alto;
- supponendo di cominciare dal valore di illuminazione più basso, si appoggia la cellula dell'esposimetro campione sul vetro opalino, quindi si fa variare la luce fino a quando la lancetta dell'esposimetro campione ha raggiunto il valore 1;
- a questo punto, lasciando invariata la sorgente di luce, si appoggia l'esposimetro da tarare sull'opalino nello stesso punto in cui si trova l'esposimetro campione, si fa ruotare la manopola fissata al potenziometro R1 fino a quando la lampadina lampeggia. In questo punto della manopola si traccia il primo segno di riferimento (valore di illuminazione 1) in corrispondenza con l'indice di riferimento segnato sul contenitore;
- si prosegue poi nello stesso modo per gli altri 15 valori di illuminazione.

**Fig. 7 - Esempio di calibrazione della scala dell'esposimetro effettuata con un ohmmetro.**




*Tutte queste operazioni di calibrazione vanno eseguite nell'oscurità o per lo meno in modo che la luce ambiente non vada a modificare la luce emessa dalla sorgente campione, in modo particolare per i valori di luce bassa.*

Per coloro i quali non avessero a disposizione un buon esposimetro, riportiamo un secondo sistema di calibrazione, effettuato per mezzo di un ohmmetro. Questa taratura potrà essere effettuata prima del montaggio del potenziometro sul circuito stampato. Per semplificare l'operazione, consigliamo di fissare il potenziometro, munito della relativa manopola, ad una piastrina di alluminio, sulla quale verrà fissato un indice di riferimento, in posizione arbitraria.

Si ruota la manopola fissata al potenziometro in senso antiorario, fino a raggiungere il fondo corsa e si collegano i terminali 1 e 2 del potenziometro all'ohmmetro (ved. *fig. 7*, in cui il potenziometro è visto dalla parte del perno).

L'ohmmetro segnerà 0 Ω. In corrispondenza dell'indice, si segnerà sulla manopola la tacca di fondo scala, che servirà di riferimento quando si monterà definitivamente la manopola sull'esposimetro.

Si ruota in senso orario il perno del potenziometro e si segna sulla manopola il valore 16 in corrispondenza dell'indice, quando l'ohmmetro segna 950 Ω.

Si prosegue nello stesso modo per tutti gli altri valori ohmici riportati nella tabella 3, in modo da ottenere sulla mano-

**TABELLA 3**

| Valori di illuminazione | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kΩ fissati sull'ohmmetro | 820 | 560 | 330 | 250 | 205 | 180 | 160 | 120 | 90 | 65 | 39 | 24 | 12 | 5,5 | 2 | 0,95 |

**Valori di taratura dell'esposimetro elettronico.**

pola i 16 valori di illuminazione. Al termine di queste operazioni, si potrà montare il potenziometro sul circuito stampato e l'esposimetro sarà pronto a funzionare. Durante l'operazione di montaggio è necessario fare in modo che il fondo della manopola (cioè 0 Ω) corrisponda all'indice di riferimento fissato sul coperchio.
Ricordiamo che in questo caso la precisione della taratura dipenderà soprattutto dalla precisione dell'ohmmetro impiegato.

**Alcune osservazioni riguardanti l'impiego dell'esposimetro** - Per un corretto uso e per una buona durata delle pile si consiglia, prima di premere il pulsante, di porre le manopole graduate sul valore 16 e poi effettuare la misura.
Quando si fanno fotografie impiegando luce artificiale, l'esposimetro va posto ad una distanza di circa 30 cm dall'oggetto che si vuole fotografare, dirigendolo verso la parte più importante dell'oggetto stesso: ci si accorgerà allora che questo strumento ha una sensibilità molto direzionale.
Oltre che seguire le regole generali riguardanti l'esposizione (per i film a colori è preferibile una sottoesposizione ad una sovraesposizione, mentre per le fotografie in bianco e nero è preferibile una leggera sovraesposizione), sarà necessario acquistare una certa pratica, onde passare facilmente dalla lettura dei valori di illuminazione indicati dallo strumento ai corrispondenti valori di apertura diaframma/tempo di esposizione. ★

*Questo articolo è stato redatto in collaborazione con la Philips-ELCOMA; per ulteriori informazioni sul progetto e sui materiali occorrenti, rivolgersi alla redazione di Radiorama.*
*L'elenco dei distributori autorizzati della Philips-Elcoma è pubblicato in questo numero di Radiorama a pag. 40.*



# NOVITÀ LIBRARIE

Richard A. Craig: **Alla soglia dello spazio,** pagg. 144, L. 1.000, Zanichelli editore.

L'editore Zanichelli presenta in questi giorni il trentottesimo volume della BMS (Biblioteca di Monografie Scientifiche), la collana che si propone di offrire uno stimolante incontro diretto con le ultime scoperte e acquisizioni della scienza.
"Alla soglia dello spazio" è il titolo di questa novità, il cui autore è Richard A. Craig.
La "soglia dello spazio", cui è dedicato questo volume, è l'alta atmosfera, cioè la vastissima regione che comincia a circa 10.000 m di altezza, dove cessa la nostra familiare atmosfera, sede dei comuni fenomeni meteorologici, e di lì si estende per centinaia di chilometri, sfumando gradualmente nello spazio interplanetario.
In questa regione la composizione dell'atmosfera, la sua densità, la temperatura, e altre proprietà fisiche sono completamente diverse da quelle per noi consuete. In questa regione rientra la ionosfera, che tanta importanza ha nelle radiocomunicazioni; qui si accendono le luci delle aurore boreali, soffiano venti intensi dovuti a un fenomeno simile alle maree oceaniche; ai confini di queste regioni soffia il "vento solare". Nel presentare questo insolito mondo, il libro spiega con quali strumenti esso viene esplorato (osservazioni da terra, radar, palloni, razzi, nubi artificiali di sodio, satelliti, ecc) e illustra l'interesse pratico che possono avere queste ricerche.

# COMUNICATO

Il 20° Concorso internazionale di registrazione sonora amatoriale svoltosi recentemente a Mons (Belgio) ed organizzato dalla Radiotelevisione Belga in collaborazione con la Federazione Internazionale Fonoamatori, ha registrato una notevole affermazione dei fonoamatori italiani le cui registrazioni erano state selezionate dall'AIF (Associazione Italiana Fonoamatori, aderente alla FICS, Fédération Internationale des Chasseurs de Son).

Infatti Nando Monica di Parma ha vinto il primo premio (su venti registrazioni concorrenti) nella categoria "riprese musicali", mentre il torinese Giovanni Sciarrino ha vinto il terzo premio nella categoria "montaggi e radioscene".

Nella classifica per nazioni, l'Italia si è classificata al quarto posto (su undici nazioni partecipanti) ad un solo centesimo di punto dalla terza classificata (la Francia).

Il termine di presentazione delle registrazioni da parte dei concorrenti italiani alla prossima edizione del Concorso scade il 18 settembre 1972.

Il regolamento può essere sin d'ora prenotato scrivendo alla

**Associazione Italiana Fonoamatori**
**Viale Magenta 6 p.t. 43100 Parma**

# PROVATRANSISTORI E DIODI

*Strumento che permette*

*il controllo dei semiconduttori*

**CARATTERISTICHE DEL PROVATRANSISTORI E DIODI**

- **Possibilità di controllo dei transistori p-n-p e n-p-n e dei diodi.**
- **Misura del coefficiente β in 2 portate: 250 e 500 f.s.**
- **Misura di corrente residua $I_{CBO}$.**
- **Misura della corrente diretta $I_d$ di un diodo.**
- **Misura della corrente inversa $I_i$ di un diodo.**
- **Alimentazione interna con tre elementi da 1,5 V**
- **Microamperometro a bobina mobile incorporato**
- **Dimensioni esterne: 170 x 112 x 65 mm**

Per eseguire un controllo completo dei circuiti transistorizzati e per localizzare con sicurezza un eventuale elemento difettoso, occorre anche verificare l'efficienza dei transistori e dei diodi montati nei circuiti stessi.
Poiché i normali strumenti in possesso del radiotecnico non servono da soli per eseguire questa verifica, occorre disporre di un apparecchio apposito che permetta di misurare alcuni dei dati caratteristici degli elementi a semiconduttori, dai quali dipende il loro funzionamento regolare o meno.
Per tale motivo, un apparecchio per la prova dei transistori e dei diodi è quasi indispensabile per chi opera nel campo dei circuiti transistorizzati, in quanto gli permette di svolgere il suo lavoro con rapidità e soprattutto con la dovuta sicurezza. Per rendersi conto delle prestazioni dell'apparecchio, oggetto del presente articolo, si possono osservare le scritte riportate sul pannello e notare che per i diodi sarà possibile misurare la corrente diretta $I_d$ e la corrente inversa $I_i$; per il circuito di prova dei transistori si è adottata la connessione ad emettitore comune e pertanto, come risulta dalle indicazioni del pannello, si potrà misurare la corrente residua $I_{CBO}$ (cioè la corrente che scorre tra il collettore e la base quando




la corrente di emettitore è nulla) ed il coefficiente di amplificazione β (cioè il rapporto tra la corrente di collettore $I_C$, diminuita della corrente residua $I_{CEO}$, e la corrente di base $I_B$); queste misure si potranno effettuare sia per i transistori tipo p-n-p sia per i transistori tipo n-p-n.

Come si può constatare, di ciascun diodo o transistore che verrà provato si potranno determinare i dati più importanti relativi al suo funzionamento e quindi più indicativi della sua efficienza.

Il provatransistori si compone di una scatola di materiale plastico alla quale viene fissato il relativo pannello metallico. Sul pannello trovano posto lo strumento indicatore a bobina mobile, due potenziometri (rispettivamente per la regolazione del fondo scala dello strumento e per l'azzeramento del medesimo) ed infine il commutatore a sette pulsanti per la disposizione del provatransistori ai diversi controlli da effettuarsi sui diodi e sui transistori.

**Descrizione del circuito** - Lo schema della *fig. 1* rappresenta il circuito complessivo senza gli elementi esterni, cioè il transistore od il diodo in prova.

Osservando tale schema, si può notare che, con il tasto C (contraddistinto dal segno grafico dell'interruttore) abbassato, le pile di alimentazione risultano disinserite e si ha così un'interruzione generale dei circuiti; questa interruzione serve ad evitare che le pile si scarichino quando inavvertitamente si lascia a contatto per lungo tempo il coccodrillo della trecciola rossa con quello della trecciola nera.

Prima di considerare separatamente i vari circuiti ottenuti mediante le funzioni del commutatore, cerchiamo di mettere in chiaro il funzionamento del circuito milliamperometrico dell'apparecchio.

**Circuito milliamperometrico del provatransistori e diodi** - Lo strumento indicatore montato sul provatransistori ha un fondo scala di 800 μA (0,8 mA).

Il provatransistori richiede, però, uno strumento con fondo scala pari a 1 mA, per cui è stato necessario realizzare un apposito circuito che permette di ottenere l'indicazione di fondo scala quando la corrente assume appunto il valore di 1 mA.

La corrente di 1 mA nel punto D si divide in due parti: una parte attraversa la resistenza da 360 Ω, mentre l'altra percorre la resistenza da 40 Ω e lo strumento in serie ad essa. La

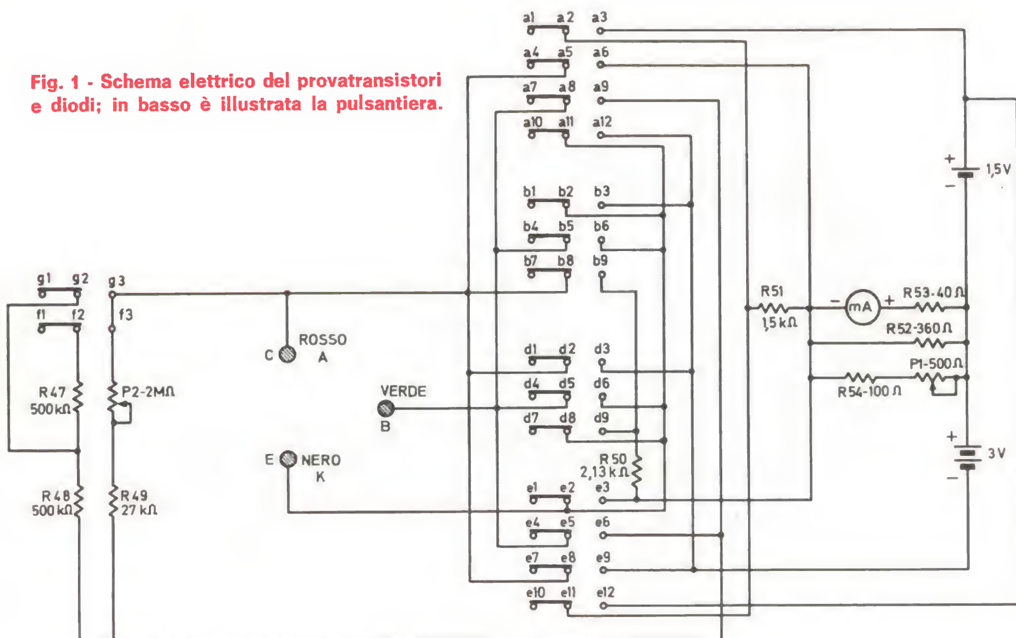
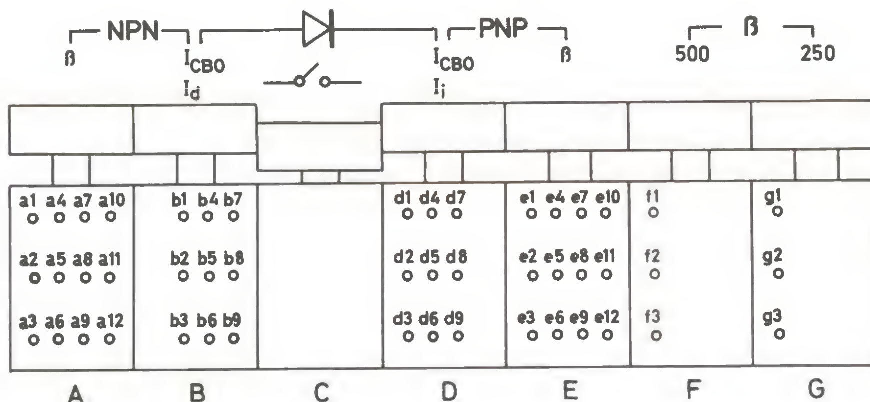



Fig. 1 - Schema elettrico del provatransistori e diodi; in basso è illustrata la pulsantiera.




## MATERIALE OCCORRENTE

- 1 basetta per supporto pile - in cartone bachelizzato - con mollette rivettate
- 1 commutatore a pulsantiera a 7 tasti, 16 vie e 2 posizioni
- 1 microamperometro a bobina mobile da 800 µA - toll. ±2% - resistenza interna 50 Ω - uso orizzontale
- 3 pile da 1,5 V cilindriche, dimensioni ∅ 11 x 28 mm
- 1 pannello per provatransistori
- 1 potenziometro a filo 500 Ω - senza interruttore - gambo 16,5 mm
- 1 potenziometro a grafite lineare da 2 MΩ senza interruttore - gambo 16,5 mm
- 1 resistore chimico da 2,130 kΩ - 0,5 W, toll. ±2%
- 1 resistore chimico da 27 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
- 1 resistore chimico da 1,5 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
- 1 resistore chimico da 100 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
- 1 resistore chimico da 360 Ω - 0,5 W, toll. ±2%
- 1 resistore chimico da 40 Ω - 0,5 W, toll. ±2%
- 2 resistori chimici da 500 kΩ - 0,5 W, toll. ±2%
- 1 scatola in polistirolo antiurto, dimensioni esterne 168,5 x 111,5 x 51 mm
- 1 zoccolo per transistori a 4 piedini con ghiera di fissaggio

Filo per collegamenti, filo trecciola, filo autosaldante, rondelle in gomma, piastrina di ancoraggio, coccodrilli non isolati, cappucci per coccodrillo, manopole, distanziatori, viti, dadi e capicorda di ancoraggio, e minuterie varie.

bobina mobile dello strumento ha una resistenza di 50 Ω e, poiché in serie ad essa si trova la resistenza di 40 Ω, il ramo in cui è inserito il milliamperometro presenta una resistenza complessiva di 50 + 40 = 90 Ω.
Questa resistenza è un quarto di quella da 360 Ω posta in parallelo e perciò la corrente che percorre lo strumento sarà quattro volte maggiore di quella che attraversa la resistenza di 360 Ω: nel punto D la corrente totale di 1 mA si divide quindi in modo che 0,2 mA passino attraverso la resistenza da 360 Ω e 0,8 mA attraversino lo strumento.
In tal modo il fondo scala del milliamperometro è stato portato al valore di 1 mA.
Esaminiamo ora separatamente i circuiti selezionati dal commutatore ed il funzionamento di ciascuno di essi.

*CIRCUITO PER LA REGOLAZIONE DI FONDO SCALA* - Poiché la prima operazione eseguita durante il controllo funzionale è la regolazione dell'indice sulla lineetta di fondo scala, esaminiamo in primo luogo il relativo circuito.
Per eseguire questa regolazione si deve abbassare il tasto B (contraddistinto dalla scritta $I_d$) oppure il tasto D (contraddistinto con la scritta $I_i$).
Abbassato il tasto B del commutatore risultano chiusi i contatti b2-b3, b5-b6, b8-b9.
Poiché i coccodrilli dei fili trecciola rosso e nero risultano collegati direttamente fra loro, cioè in cortocircuito, le considerazioni che stiamo per fare si possono ritenere ugualmente valide con il tasto D abbassato anziché il tasto B.
Osservando lo schema e tenendo in considerazione le commutazioni suddette, si nota che il circuito è costituito dal resistore R50 e dal circuito milliamperometrico in parallelo al quale è collegata la catena R54-P1; esso è alimentato da una batteria da 3 V (formata da due pile da 1,5 V collegate fra loro in serie).
Il percorso della corrente nel suddetto circuito, secondo il senso convenzionale, è pertanto il seguente: polo positivo della batteria da 3 V, circuito milliamperometrico in parallelo al quale è collegata la catena R54-P1, resistore R50, contatti b8-b9, trecciola rossa, trecciola nera, contatti b2-b3 ed infine polo negativo della batteria da 3 V.
La funzione della catena R54-P1 è la seguente: regolando opportunamente il valore dello shunt mediante il potenziometro P1 (usato come reostato), si può dirottare parte della corrente attraverso R54 e P1, in modo che nel circuito milliamperometrico passi soltanto 1 mA e quindi l'indice si trovi esattamente sulla lineetta di fondo scala.
Con il sistema ora descritto, è possibile alimentare il circuito mediante tensioni un po' superiori a quella richiesta così da assicurare, regolando P1, una corrente sufficiente a portare l'indice sul fondo scala anche quando le pile, invecchiando, forniscono una tensione inferiore a quella iniziale.

*CIRCUITO PER IL CONTROLLO DEI DIODI* - La prova di un diodo consiste nel controllo delle due correnti: la diretta e la inversa; perciò è necessario applicare fra catodo ed anodo prima una tensione diretta (negativa al catodo e positiva all'anodo), e poi una tensione inversa (positiva al catodo e negativa all'anodo).
L'anodo va collegato al coccodrillo della trecciola rossa (A), ed il catodo al coccodrillo della trecciola nera (K).
In questa predisposizione risulta abbassato il tasto B (corrispondente alla scritta $I_d$); di conseguenza il catodo del diodo è direttamente collegato, tramite i contatti b2-b3, al negativo della batteria, mentre l'anodo è collegato al positivo della batteria, tramite i contatti b8-b9, il resistore R50 ed il circuito milliamperometrico.
È evidente che in queste condizioni si controlla la corrente diretta del diodo in prova.
Abbassando invece il tasto D (corrispondente alla scritta $I_i$) si ha un'inversione dei collegamenti rispetto al circuito di alimentazione.
Quindi all'anodo del diodo viene ora applicata una tensione negativa, tramite i contatti d2-d3, ed al catodo viene applicata una tensione positiva tramite il circuito milliamperometrico, R50 ed i contatti d8-d9.
La corrente così misurata è la corrente inversa del diodo.

*CIRCUITO PER IL CONTROLLO DEI TRANSISTORI* - La prova di un transistore consiste nella misura del coefficiente di amplificazione β e nel controllo della corrente inversa $I_{CBO}$. Ciò naturalmente sia per i transistori di tipo p-n-p sia per i transistori di tipo n-p-n.
I due circuiti differiscono fra loro soltanto nelle connessioni della trecciola rossa (corrispondente al collettore del transistore in prova) e della trecciola nera (corrispondente all'emettitore del transistore in prova) rispetto ai due lati del circuito di alimentazione.
Con il tasto A abbassato (contraddistinto dalla scritta β-n-p-n), la tensione applicata al collettore del transistore in prova è positiva.
Infatti, tramite i contatti a5-a6 ed il circuito milliamperometrico, il collettore risulta collegato al positivo della batteria da 3 V.
Di conseguenza, la tensione applicata all'emettitore è negativa, essendo questo collegato

tramite i contatti a11-a12 al negativo della batteria da 3 V.

In queste condizioni l'apparecchio consente di controllare i transistori n-p-n i quali richiedono appunto una tensione di collettore positiva.

Abbassando invece il tasto E (contraddistinto dalla scritta β-p-n-p) la tensione applicata al collettore del transistore è ora negativa, essendo il collettore stesso direttamente connesso al negativo della batteria da 3 V tramite i contatti e8-e9; invece la tensione applicata all'emettitore è positiva, essendo questo connesso, tramite i contatti e2-e3 ed il circuito milliamperometrico al positivo della batteria da 3 V.

L'apparecchio permette così di misurare transistori p-n-p i quali richiedono appunto una tensione di collettore negativa.

Messa in luce la sola differenza esistente tra i due circuiti, tutte le considerazioni che faremo in seguito sono egualmente valide per l'uno e per l'altro circuito.

Osserviamo in generale che i transistori sono collegati in circuiti ad emettitore comune, e che la corrente di base è alimentata dalla tensione di collettore attraverso i contatti a8-a9, oppure i contatti e5-e6, il potenziometro P2 ed il resistore R49.

Il potenziometro P2 è collegato come reostato, e con esso è possibile variare la corrente di polarizzazione.

Di regola, quando il transistore è già collegato, e prima di premere un pulsante per la misura del coefficiente β, la corrente di polarizzazione deve essere tale da annullare la corrente che attraversa lo strumento di misura. Vediamo come ciò sia possibile.

Se il transistore non fosse collegato ed il tasto A od il tasto E del commutatore fossero abbassati, la pila da 1,5 V determinerebbe nello strumento una corrente che, andando dal negativo al positivo del milliamperometro, porterebbe l'indice oltre l'inizio scala, contro l'arresto.

Infatti la pila da 1,5 V ed il resistore R51 risultano collegati in parallelo al circuito milliamperometrico tramite i contatti a2-a3 oppure tramite i contatti e11-e12. Il resistore R51 ha la funzione di limitare l'intensità della corrente che viene fatta passare nel circuito milliamperometrico ad opera della pila di 1,5 V. Questa corrente viene immessa nel circuito dello strumento per neutralizzare la corrente inversa $I_{CBO}$ che disturberebbe la lettura diretta del coefficiente β; tuttavia, di solito, essa è notevolmente più intensa della $I_{CBO}$, e quasi sempre occorre aumentare la corrente di uscita del transistore fino a riportare l'indice sullo zero della scala: l'aumento della corrente d'uscita, che si oppone nel circuito dello strumento alla corrente erogata dalla pila da 1,5 V, si ottiene aumentando la corrente di base, cioè diminuendo la resistenza di P2; con questo metodo si ottiene anche la polarizzazione del transistore in condizioni tipiche di funzionamento.

Azzerato lo strumento, per procedere alla misura del coefficiente β basta aumentare la corrente di base premendo il tasto F (500) oppure il tasto G (250).

Se si preme il tasto 500 (contatti f2-f3 chiusi) si inseriscono in parallelo a P2-R49 i resistori R47 e R48, che hanno una resistenza complessiva di 1 MΩ; questa resistenza è stata calcolata per determinare nel circuito d'uscita una corrente tale da portare l'indice dello strumento sul fondo scala nel caso in cui il transistore abbia un coefficiente β pari a 500.

Analogamente, abbassando il tasto 250 (contatti g2-g3 chiusi) si inserisce in parallelo a P2-R49 il resistore R48 che, avendo una resistenza di 500 kΩ, può determinare nel circuito di base un aumento di corrente doppio del precedente, al quale corrisponderà un aumento della corrente di uscita doppio; quindi, in questo caso, basterà un coefficiente β pari alla metà del precedente, e precisamente 250 in luogo di 500, perché l'indice dello strumento si porti a fondo scala.

Fissato il valore di fondo scala, è possibile leggere direttamente sulla scala dello strumento di misura anche tutti i valori minori di questo, poiché la variazione della corrente di base è sempre la stessa, e perciò la variazione della corrente di uscita a temperatura costante dipende esclusivamente dal valore del coefficiente β.

Resta da esaminare il circuito predisposto per il controllo della $I_{CBO}$. In proposito basterà osservare che quando è abbassato il tasto B o il tasto D resta interrotto il circuito della pila da 1,5 V e la base del transistore viene connessa all'emettitore tramite i contatti b5-b6 o i contatti d5-d6; quindi per il controllo della corrente $I_{CBO}$ si usano gli stessi circuiti utilizzati per i controlli dei diodi; in effetti la corrente $I_{CBO}$ di un transistore è simile alla corrente inversa di un diodo.

**Costruzione del provatransistori e diodi** - La prima parte del montaggio del provatransistori e diodi consiste nel sistemare sul pannello i vari componenti, quali i potenziometri P1 e P2, le basette a 5 capicorda E e F, i tre gommini passafilo e lo zoccolino per il transistore.

Si eseguono quindi con i conduttori i vari collegamenti elettrici previsti tra i componenti montati sul pannello per passare poi alla si-

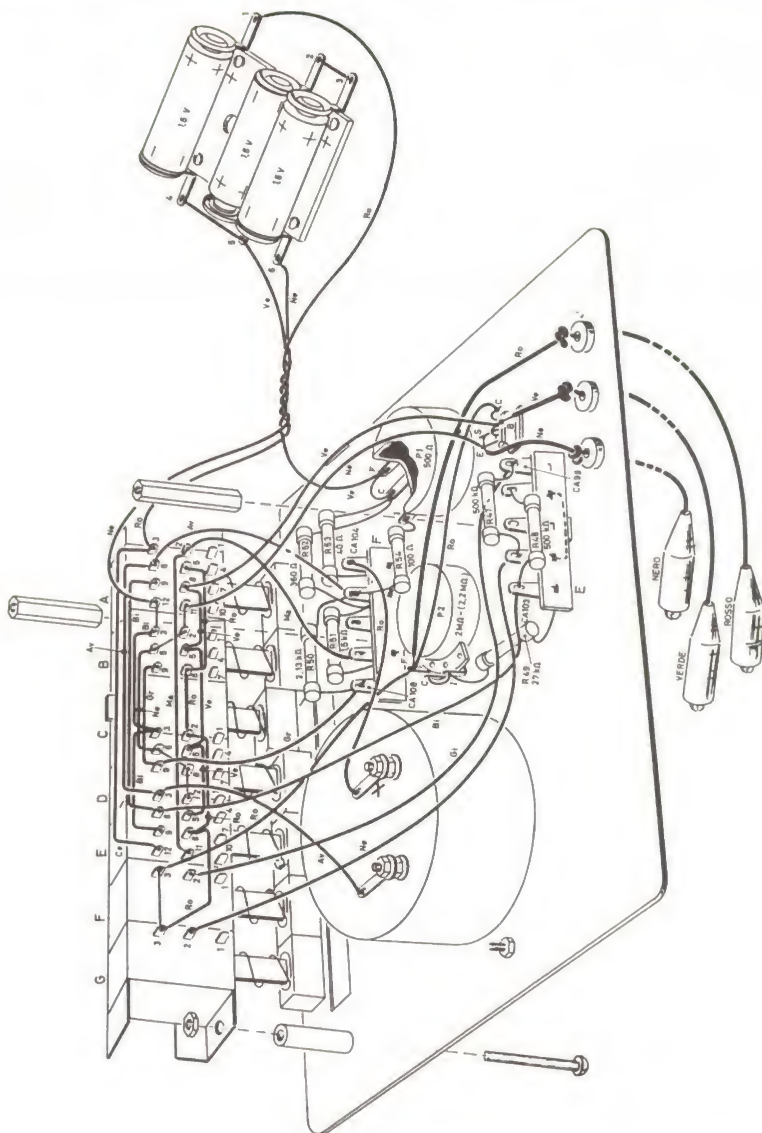


Fig. 2 - Schema pratico del provatransistori e diodi.

stemazione dei singoli resistori costituenti il circuito.
A questo punto conviene eseguire tutti i collegamenti possibili sulla pulsantiera o commutatore, per procedere poi al suo fissaggio sul pannello ed al suo collegamento al resto del circuito.
Si eseguono quindi i collegamenti previsti tra commutatore e circuito del provatransistori e diodi e si completa il montaggio inserendo il microamperometro e la batteria di alimentazione.
Nella *fig. 2* sono riportati tutti i collegamenti previsti per la realizzazione pratica dell'apparecchiatura qui descritta.
Infine, si sistema il provatransistori e diodi nell'apposita scatola e si dispongono sugli alberini dei potenziometri le apposite manopole: a questo punto il provatransistori e diodi è completo e pronto per l'uso.

# ISTRUZIONI GENERALI PER L'USO DEL PROVATRANSISTORI E DIODI

*TARATURA DI FONDO SCALA* - L'operazione di taratura di fondo scala deve essere ripetuta ogni volta che si usa il provatransistori, dopo averlo lasciato inutilizzato per qualche tempo (essa è simile a quella dell'azzeramento di un tester sulle portate ohmmetriche).

1 - Si collega il coccodrillo della trecciola rossa con quello della trecciola nera.

2 - Si ruota tutta a sinistra la manopola del potenziometro di fondo scala P1, contrassegnata dal segno

3 - Si abbassa il tasto B del commutatore contraddistinto con la scritta $I_d$, $I_{CBO}$-n-p-n, oppure il tasto D contraddistinto dalle scritte $I_{CBO}$, $I_i$-p-n-p.
Immediatamente dopo lo scatto, l'indice dovrebbe spostarsi verso il fondo scala.

4 - Se ciò non si verifica, si deve far ruotare lentamente a destra la manopola del potenziometro di fondo scala P1, contraddistinto dal segno , in modo da portare l'indice esattamente sopra l'ultima lineetta.

5 - Regolata la posizione dell'indice sul fondo scala, si preme a fondo il tasto C contraddistionto dal segno grafico dell'interruttore.

*CONTROLLO DI UN DIODO*

1 - Si collega il coccodrillo della trecciola nera, corrispondente alla lettera K, al terminale di catodo ed il coccodrillo della trecciola rossa, corrispondente alla lettera A, al terminale dell'anodo del diodo sotto controllo.

2 - Dopo essersi accertato che i due coccodrilli non siano a contatto fra loro, si abbassa a fondo il tasto $I_d$ del commutatore: l'indice dello strumento si sposta verso il fondo scala ed esattamente nel settore che sulla prima scala dal basso del milliamperometro è contrassegnato dalla scritta $I_d$.
Se il diodo è efficiente, l'indice deve fermarsi nel tratto di scala contrassegnato dal suddetto settore.
È evidente che se l'indice non raggiunge la posizione segnalata, o addirittura non si sposta dalla posizione di riposo, il diodo deve essere considerato difettoso o interrotto.

3 - Senza toccare i collegamenti ai terminali del diodo, si preme a fondo il tasto $I_i$ del commutatore: l'indice dello strumento ritorna verso l'inizio scala e si ferma nel settore

contrassegnato dalla scritta $I_i$; tale settore è sempre riportato sulla prima scala dal basso del milliamperometro.

Di solito, lo spostamento dell'indice dalla posizione di riposo (inizio scala) è appena percettibile: si devono comunque considerare valide le indicazioni dello strumento comprese nel settore contrassegnato dalla scritta $I_i$.

Se invece durante la misura l'indice va a fondo scala e non vi sono contatti esterni accidentali fra i terminali, il diodo è da ritenersi in cortocircuito.

## CONTROLLO DI UN TRANSISTORE

### A) - Controllo della corrente $I_{CBO}$.

1 - Come prima operazione, occorre effettuare la taratura di fondo scala descritta in precedenza: si collega il coccodrillo della trecciola nera con quello della trecciola rossa e dopo aver premuto a fondo il tasto $I_d$, oppure $I_i$ del commutatore, si regola la posizione dell'indice sulla lineetta di fondo scala mediante il potenziometro P1, quindi si preme a fondo il tasto contraddistinto dal segno grafico dell'interruttore.

Questa regolazione è superflua se è stata eseguita da poco; è opportuno invece ripeterla nel caso fosse passato un notevole intervallo di tempo, oppure se si dubita di avere inavvertitamente ritoccato la posizione del potenziometro P1.

2 - Si collega il transistore sotto controllo disponendo sul terminale di emettitore il coccodrillo della trecciola nera, sul terminale di collettore il coccodrillo della trecciola rossa e sul terminale di base il coccodrillo della trecciola verde.

3 - Si preme a fondo il tasto $I_{CBO}$-p-n-p del commutatore, cioè il tasto D.

Si manifesta così un minimo spostamento dell'indice dello strumento comunque compreso nel settore della scala contrassegnato dalla scritta $I_{CBO}$. Quanto minore risulta lo spostamento dell'indice dello strumento dalla posizione di riposo, tanto migliore è lo stato del transistore; effettuato il controllo, si preme a fondo il tasto del commutatore contraddistinto dal segno grafico dell'interruttore.

### B) - Misura del coefficiente "beta".

1 - Ci si accerta che i terminali del transistore ed i rispettivi coccodrilli non abbiano indebiti contatti tra loro o con materiali conduttori.

2 - Volendo misurare il $\beta$ di transistori tipo p-n-p, si preme a fondo il tasto $\beta$-p-n-p, cioè il tasto E del commutatore.

Analogamente, dovendo misurare transistori n-p-n, si deve premere a fondo il tasto $\beta$-n-p-n, cioè il tasto A del commutatore; anche in questo caso restano valide tutte le istruzioni successive.

3 - Dopo la precedente manovra, quasi certamente l'indice dello strumento si mantiene spostato dall'inizio scala.

Per azzerare lo strumento si ruota lentamente la manopola del potenziometro P2 contraddistinta con il segno

Può verificarsi il caso che, pur ruotando il potenziometro P2 tutto a sinistra (in senso

antiorario), non si riesca a portare l'indice sull'inizio scala.

Se le pile non sono esaurite, il fatto deve essere attribuito al riscaldamento del transistore o per averlo tenuto tra le dita, o per un forte passaggio di corrente, o perché la temperatura ambiente è superiore ai 30 °C. Se il transistore si è riscaldato per il contatto con le dita o per il forte passaggio di corrente, conviene lasciarlo raffreddare mantenendo i collegamenti eseguiti e lasciando la manopola di P2 tutta a sinistra; di solito, dopo qualche minuto è possibile ottenere l'azzeramento dell'indice. Ma se il riscaldamento del transistore è dovuto soltanto alla temperatura ambiente, conviene prendere nota della posizione assunta dall'indice e correggere la lettura del coefficiente, sottraendo al valore di $\beta$ il valore indicato nella presente misura.

4 - La lettura del coefficiente $\beta$ va fatta su una delle due scale riportate sul quadrante del milliamperometro.

Di regola, prima si preme il tasto del commutatore contrassegnato con il numero 500, che indica il valore di fondo scala maggiore. La lettura va fatta direttamente sulla scala all'estremo della quale è riportato il numero 500, tenendo presente che ciascuna graduazione corrisponde a 10.

Se la misura del coefficiente $\beta$ è inferiore a 250, conviene cambiare portata, passando da quella di 500 f.s. a quella di 250 f.s. al fine di ottenere indicazioni più precise.

5 - La portata 250 f.s. si ottiene premendo a fondo il tasto contrassegnato con il numero 250.

La lettura dei valori misurati va fatta direttamente sulla scala all'estremo della quale è riportato il numero 250, tenendo presente che ciascuna graduazione corrisponde a 5.

6 - Al termine di ciascuna misura, prima di staccare il transistore dalle trecciole con coccodrillo, si deve premere a fondo il tasto C del commutatore contraddistinto dal segno grafico dell'interruttore.

Qualora dalle misure si rilevi che il $\beta$ è inferiore ai valori previsti dai prontuari e dati transistori si può considerare difettoso il transistore in prova, ma non prima di essersi accertati che i collegamenti al collettore ed all'emettitore non siano stati scambiati fra loro.



*Il provatransistori e diodi descritto nel presente articolo fa parte del Corso Strumenti allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito, dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito). I materiali necessari per il montaggio del provatransistori e diodi, con le relative istruzioni, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra, via Stellone 5, 10126 Torino e possono essere inviati in due pacchi separati al prezzo di L. 6.700 caduno più spese di spedizione, oppure in unico pacco al prezzo di L. 13.000 complessive più spese postali. Lo strumento può inoltre essere fornito già montato al prezzo di L. 16.700 più spese postali.*

# UNA CHITARRA ELETTRONICA



# CON EFFETTO STEREO

L'era della chitarra ha avuto inizio con il complesso dei Beatles. Sono stati questi "scanzonati" giovanotti inglesi che con le loro melanconiche melodie accompagnate con chitarre hanno entusiasmato i giovani di tutto il mondo ed hanno dato inizio all'era della chitarra. Questa è diventata, infatti, lo strumento musicale dei giovani; forse perché, tra gli strumenti, è quello che costa meno, o perché si impara a suonarlo abbastanza facilmente. Comunque, è un dato di fatto che negli attuali "complessi" giovanili le chitarre sono gli strumenti che predominano.

Le chitarre differiscono tra loro per il timbro (ottenuto mediante speciali accorgimenti), per la forma, per il tipo di legno e di corde impiegate, ecc.

Che cos'è una chitarra elettronica? Una normale chitarra sulla cui cassa di risonanza viene applicato un trasduttore (per esempio, un microfono), il quale trasforma le vibrazioni meccaniche in corrispondenti variazioni di tensione che, amplificate opportunamente, possono azionare altoparlanti di potenza. Fin qui, nulla di particolare: si tratta di un normale sistema di amplificazione. Il sistema chitarra-amplificatore che vi proponiamo è

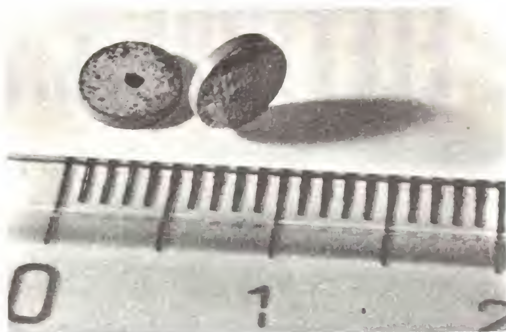



Fig. 1 - Fotografie dei due dischetti di PXE impiegati per il montaggio del prototipo di chitarra.

capace di dare, oltre ad una notevole potenza sonora, anche un particolare effetto stereofonico.

**I trasduttori impiegati** - L'effetto piezoelettrico è noto: alcuni materiali sollecitati meccanicamente in una direzione sono in grado di trasdurre o trasformare questa sollecitazione meccanica in una corrispondente tensione elettrica, ricavabile nella stessa od in un'altra direzione del materiale. Questa particolare caratteristica è posseduta da cristalli naturali come il quarzo, la tormalina ed i sali di Rochelle. Il fenomeno della piezoelettricità fu scoperto da Giacomo e Pietro Curie nel 1880.
Attualmente, si è riusciti ad ottenere l'effetto piezoelettrico anche in particolari materiali ceramici a base di titanato-zirconato di piombo e noti con il nome di piezoxide (abbreviato in PXE). Questi materiali piezoelettrici "sintetici", rispetto ai cristalli "naturali", hanno il vantaggio di poter essere modellati e sagomati secondo le esigenze di un particolare impiego. Inoltre, essendo di natura ceramica, non sono attaccabili da agenti chimici.
La Philips-ELCOMA produce due tipi di

Fig. 2 - Schema di montaggio dei due dischetti di PXE. Il ponte originario della chitarra va sostituito con quello indicato nella figura, realizzabile secondo le indicazioni fornite nel testo.

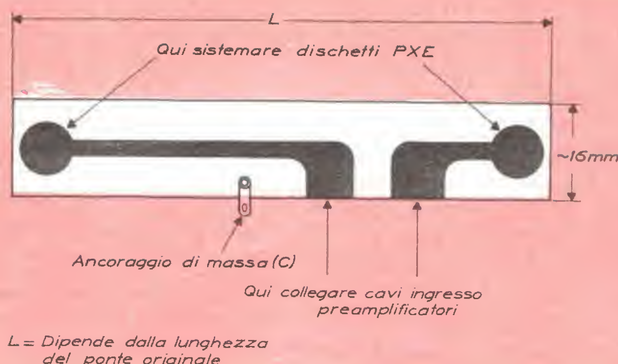



**Fig. 3 - Configurazione del rame sul quale appoggia una faccia dei due dischetti PXE.**

materiali ceramici piezoelettrici: il PXE4 e il PXE5.
Il PXE4 è capace di trattare, a frequenze di risonanza elevate, potenze meccanico/elettriche considerevoli. Esso è quindi usato, di regola, in applicazioni a base di ultrasuoni. Questo stesso tipo di materiale è anche in grado di produrre picchi elevati di tensione e pertanto viene impiegato in dispositivi per l'accensione di gas. Il PXE5 non presenta fenomeni di risonanza ma in compenso trasduce vibrazioni meccaniche in corrispondenti vibrazioni elettriche con rigorosa linearità. Esso trova quindi largo impiego in tutte le applicazioni di trasduzione meccanico/elettrica nella banda delle frequenze acustiche, e pertanto viene usato nei microfoni, nei fonorivelatori, ecc. E' questo il tipo di PXE che è stato usato come trasduttore per realizzare il prototipo della chitarra elettronica che presentiamo.
Rispetto alle normali bobine fonocaptatrici, il trasduttore PXE possiede i seguenti vantaggi:

- per la sua linearità di trasduzione è in grado di dare riproduzioni Hi-Fi;
- posizionato opportunamente, permette di ottenere un particolare effetto stereofonico;
- grazie alle sue ridotte dimensioni, può essere facilmente montato sulla cassa della chitarra;
- può essere usato in chitarre con corde di metallo o di nailon.

Il tipo di PXE usato ha la forma di un dischetto di 5 mm di diametro e di 1 mm di altezza. La polarizzazione è nella direzione dello spessore (*fig. 1*).

**Montaggio dei trasduttori PXE sulla chitarra -** Per comprendere come essi debbono essere montati, si prenda in esame la *fig. 2*, nella quale A è il piano superiore della cassa armonica della chitarra e B il particolare ponticello che bisogna autocostruirsi.
Per prima cosa è necessario togliere il ponticello originario e sostituirlo con uno di metallo, nel quale si dovranno effettuare, con una lima a triangolo, gli incavi nelle stesse posizioni di quelli originari. Nella soluzione che proponiamo (ved. *fig. 2*), e che ci sembra la più semplice, è stato usato un pezzo di barra filettata da 5 mm lunga quanto il ponte originario. Questo sistema presenta l'evidente vantaggio che gli incavi per le corde sono già fatti, in quanto possono essere usati quelli dei filetti; inoltre, i

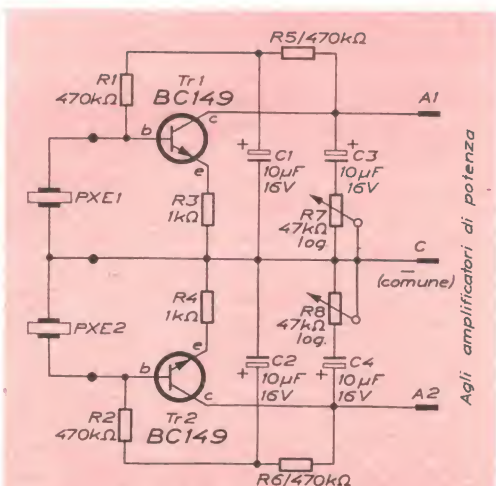



**Fig. 4 - Schema elettrico dei due preamplificatori.**

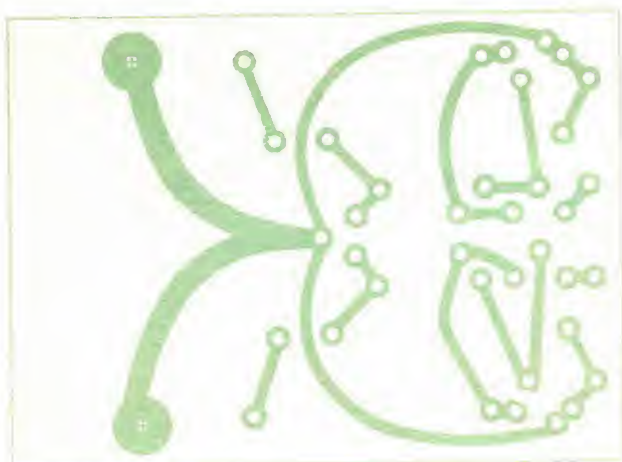


**Fig. 5 - Circuito stampato per il montaggio dei preamplificatori.**

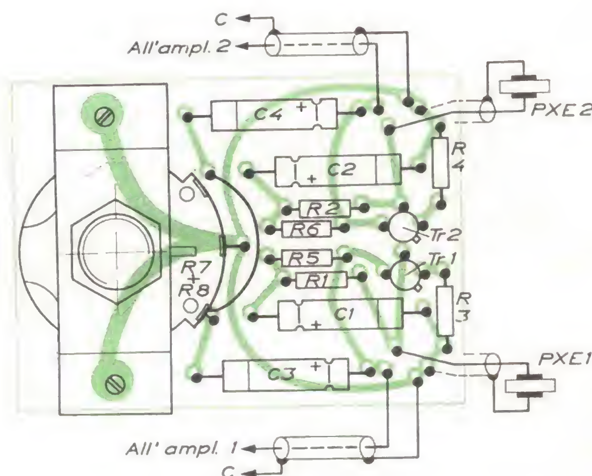



**Fig. 6 - Disposizione dei componenti sulla piastrina del circuito stampato dei preamplificatori.**

**MATERIALE OCCORRENTE PER IL PREAMPLIFICATORE**

**(disponibile presso i distributori autorizzati della PHILIPS-ELCOMA)**

**R1, R2, R5, R6** = resistori da 470 kΩ - 1/8 W, ± 5% (B8.031.04 NB)

**R3, R4** = resistori da 1 kΩ - 1/8 W, ± 5% (B8.031.04 NB)

**R7, R8** = doppio potenziometro a comando unico da 47 kΩ logaritmico (2322.360.70629)

**C1, C2, C3, C4** = condensatori elettrolitici da 10 μF/16 V (C 426.AR. E 10)

**TR1, TR2** = transistori al silicio n-p-n (BC 149 (109) )

**PXE1, PXE2** = dischetti ceramici piezoelettrici ∅ 5 mm x 1 mm (8222.293.06070)

**NOTA** - Le cifre poste fra le parentesi, in corrispondenza dei vari materiali, indicano i numeri di codice dei componenti Philips-Elcoma usati per la costruzione del prototipo.

due dadi avvitabili alle estremità della barra possono servire da "pilastri" del ponticello medesimo.

Vediamo ora come vanno montati i trasduttori di PXE e come si fa a "prelevare" da questi il segnale elettrico. Sappiamo che questo segnale appare sulle due facce del dischetto quando quest'ultimo è sottoposto ad una sollecitazione meccanica che, nel nostro caso, è la vibrazione prodotta dalle corde. Per prelevare la tensione prodotta dal trasduttore, dovremo quindi "serrare" il dischetto tra due elettrodi e munire questi ultimi di due terminali per il collegamento all'ingresso del preamplificatore.

Nella *fig. 2* si vede come vanno sistemati i due dischetti di PXE all'estremità del ponte

metallico, in corrispondenza dei due dadi. Un elettrodo sarà costituito da una faccia dei due dadi esagonali, l'altro dal rame riportato su una piastrina (fatta di materiale uguale a quello dei normali circuiti stampati) che verrà appoggiata, con interposizione di un opportuno spessore, sulla cassa di risonanza della chitarra. Nella *fig. 3,* in cui è illustrata questa piastrina, si può vedere la forma dello strato di rame. In definitiva, quindi, ciascun dischetto di PXE risulterà "compresso" dall'alto da una faccia del dado e dal basso dal rame della piastrina del circuito stampato. Evidentemente, essendo il ponte di metallo, le due facce superiori dei dischetti risulteranno elettricamente collegate tra loro, e questo sarà il terminale comune di massa (C) dei due trasduttori (calza del cavetto schermato), mentre le due facce inferiori, essendo elettricamente separate, potranno fornire due segnali che verranno prelevati dalle due piste di rame del circuito stampato (anima del cavetto schermato). Uno spessore opportuno molto liscio con facce parallele, come un pezzo di plexiglass dello spessore di 6 mm, provvede a rendere l'altezza degli incavi della barra (filetti) identica a quella degli incavi del ponte originale (*fig.* 2). Uno strato di feltro o di panno posto sotto lo spessore di plexiglass servirà ad attenuare la riproduzione di rumori derivanti da piccoli urti alla cassa della chitarra ed inoltre contribuirà a mantenere ben saldo l'insieme del nuovo ponte (*fig.* 2). Il ponte, infatti, non viene fissato sulla cassa della chitarra, ma viene tenuto al suo posto dalle corde in tensione. Si raccomanda infine che i dischetti di PXE siano ben centrati fra il rame del circuito stampato e le facce dei dadi da 5 mm. A questo punto siamo in grado di renderci conto della natura dall'effetto stereofonico di cui è capace la nostra chitarra elettronica. Evidentemente, ciascun trasduttore sarà maggiormente sollecitato dalla corda che gli è più vicina (*fig.* 2). Pertanto, il trasduttore di destra esalterà i suoni delle corde sottili (e cioè i toni alti), mentre quello di sinistra esalterà i suoni delle corde più grosse (e cioè i toni bassi). Stando ad una certa distanza, si avrà la sensazione che i toni più alti e quelli più bassi provengano da due "differenti" direzioni.

Al ponticello metallico (punto freddo) sarà collegata la calza del cavo schermato d'ingresso del preamplificatore. Alle due piste di rame del circuito stampato (punti caldi) saranno invece saldati i due fili interni del cavetto, che dovranno essere collegati agli ingressi rispettivamente del canale destro e sinistro del preamplificatore (ved. ancora *fig.* 2).

**Il preamplificatore** - Lo schema elettrico del preamplificatore è riportato nella *fig. 4;* esso ha un solo stadio amplificatore per ogni canale. I transistori impiegati sono due n-p-n al silicio BC 149, particolarmente adatti per stadi d'ingresso, dato che possiedono una cifra di rumore molto bassa.

**Fig. 7 - In questa figura sono visibili: in a) il preamplificatore con i componenti montati ed in b) il particolare del montaggio della ventosa, che fissa il preamplificatore sulla cassa armonica della chitarra.**


a)


b)

Alle basi dei due transistori vengono applicati i due segnali prodotti dai due trasduttori PXE. Ciascuno stadio amplifica questi segnali in tensione circa otto volte. Gli ingressi dei due stadi sono stati dimensionati in maniera che la loro impedenza d'ingresso risulti adattata alla impedenza interna dei due trasduttori. E' per questo motivo che i due resistori di emettitore R3 e R4 non sono stati disaccoppiati. La tensione di alimentazione del preamplificatore è prelevata dall'alimentatore dell'amplificatore di potenza.

Questa tensione perviene al preamplificatore attraverso lo stesso cavo che porta il segnale di uscita del preamplificatore all'ingresso dell'amplificatore di potenza. Per questa ragione il resistore di carico di ciascuno stadio del preamplificatore si trova sistemato nel pannello del relativo amplificatore di potenza. Pertanto, essendo due le uscite (due canali), i fili schermati dovranno essere due.

La corrente di polarizzazione di base di ciascuno stadio è ricavata dal relativo collettore per mezzo dei resistori R1 e R5 per uno stadio, R2 e R6 per l'altro; il disaccoppiamento è ottenuto con i condensatori C1 e C2 rispettivamente. Il volume viene controllato mediante un potenziometro logaritmico doppio a comando unico (R7 + R8), che varia la resistenza di carico tramite i condensatori di isolamento C3 e C4.

Nella *fig. 5* è illustrato in grandezza naturale il circuito stampato del preamplificatore e nella *fig. 6* lo stesso circuito con i componenti montati; nella *fig. 7* sono riportate invece due vedute del preamplificatore finito. Il pannello di quest'ultimo potrà essere fissato alla chitarra con un ventosa, la quale sarà incollata al circuito stampato (sotto il potenziometro), come appare nella *fig. 7-b*.

**Gli amplificatori di potenza** - Avendo questo sistema di riproduzione due canali, gli amplificatori di potenza dovranno essere due. Naturalmente, essendo identici, la spiegazione del funzionamento sarà unica.

Nella *fig. 8* è riportato lo schema elettrico di uno di questi amplificatori. La potenza di uscita fornita da ciascun amplificatore è di 13 W, con distorsione inferiore allo 0,3%; l'impedenza di uscita è di 8 Ω. Possono essere usate le casse acustiche Philips RH 491, 493 o 496 adatte per potenze musicali di 30 W, oppure casse autocostruite in cui sia montato un altoparlante AD 1250 M7.

Lo stadio finale dell'amplificatore è a simmetria quasi-complementare: ciò significa che la coppia finale TR8 e TR9 è composta da due transistori NPN collegati in serie e che il segnale viene prelevato nel punto indicato con B/2 nello schema. I transistori pilota sono uno di tipo PNP (TR7) e l'altro di tipo NPN (TR6).

Questa configurazione circuitale, com'è noto, permette di eliminare sia il trasformatore d'uscita (essendo i transistori d'uscita collegati in serie), sia il trasformatore pilota (in quanto l'inversione di fase del segnale è ottenuta con la coppia PNP-NPN); di conseguenza, non sono presenti rotazioni di fase, notoriamente prodotte dai trasformatori, ed inoltre è possibile introdurre elevati valori di reazione negativa, a totale vantaggio della larghezza di banda e della distorsione. Tra i punti a — 3 dB ed a piena potenza, la banda passante va infatti da 12 Hz a 230 kHz, mentre la distorsione risulta inferiore allo 0,3%.

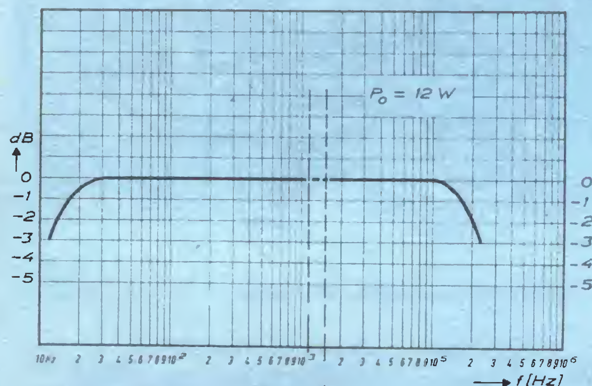
Tra le basi dei transistori TR6 e TR7 è collegato il transistore TR3, il cui compito è quello di mantenere costante (in assenza di segnale) una tensione corrispondente alla somma delle tensioni base-emettitore dei transistori TR6, TR7, TR8, e in più le cadute di tensione in R23 e R20 quando nello stadio finale scorre una corrente di riposo di 40 mA; ciò allo scopo di ridurre la distorsione d'incrocio (o di cross-over).

La corrente di riposo desiderata si otterrà regolando R11 e, di conseguenza, la resistenza interna di TR3. Tale regolazione verrà effettuata dopo aver messo in cortocircuito l'ingresso dell'amplificatore (A1) ed inserito un milliamperometro fra il collettore di TR8 ed il positivo (+ 35 V).

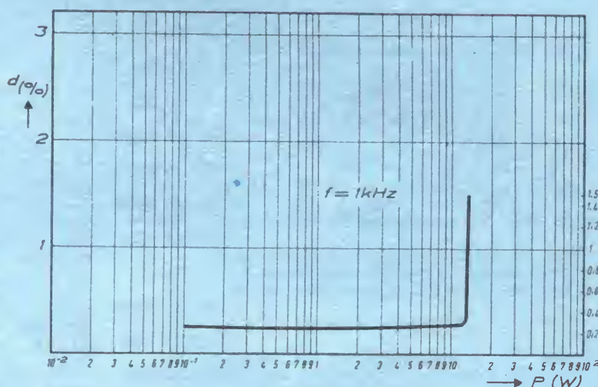
Il transistore TR2 è il "pilota" del gruppo a simmetria quasi-complementare (TR6, TR7,

## DATI CARATTERISTICI DELL'AMPLIFICATORE

| | |
|---|---|
| Potenza d'uscita ($d_{tot}$ = 0,3%, f = 1 kHz) all'inizio del taglio (clipping) | 13 W |
| Impedenza d'ingresso | 100 kΩ |
| Sensibilità d'ingresso (per 13 W) | 150 mV |
| Risposta in frequenza a — 3 dB (rispetto a 1 kHz) | 12 Hz ÷ 230 kHz |
| Tensione di alimentazione (a pieno carico) | 35 V |




**Banda passante dell'amplificatore di potenza.**




**Fattore di distorsione dell'amplificatore di potenza.**

TR8, TR9); a questo perviene il segnale da uno stadio amplificatore d'ingresso (TR1). Tutti gli stadi sono accoppiati fra loro in corrente continua. Per mantenere stabile la tensione nel "punto centrale (B/2)" fra i due transistori finali (indispensabile per un corretto funzionamento e per una buona stabilità per variazioni sia della tensione di alimentazione sia della temperatura), è stata prevista una forte reazione negativa in c.c. fra tale punto e l'emettitore di TR1 (ved. *fig. 8*). Una reazione negativa in c.a. di circa 36 dB provvede a ridurre a valori molto bassi la distorsione armonica (minore dello 0,3% per 13 W) ed a migliorare la risposta in frequenza (la banda a — 3 dB va da 12 Hz a 230 kHz a piena potenza).

I transistori TR4 e TR5 servono a proteggere lo stadio finale da un eventuale eccessivo sovraccarico ed impediscono la distruzione degli stessi in caso di cortocircuito nel carico (il cavo che connette gli altoparlanti all'amplifi-

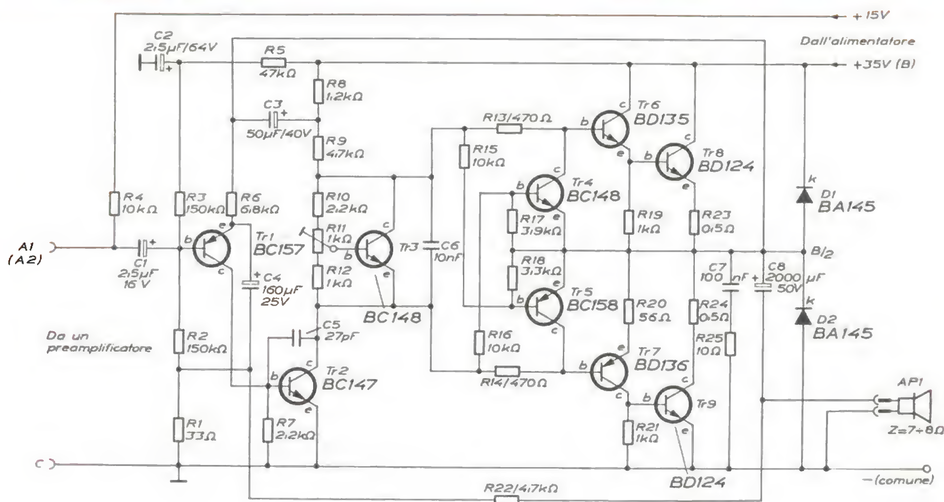



**Fig. 8 - Schema elettrico dell'amplificatore di potenza.**

## MATERIALE OCCORRENTE
### PER L'AMPLIFICATORE DI POTENZA

**(disponibile presso i distributori autorizzati della PHILIPS-ELCOMA)**

| | |
|---|---|
| R1, | = resistore da 33 Ω - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R2, R3 | = resistori da 150 kΩ - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R4, R15, R16 | = resistori da 10 kΩ - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R5 | = resistore da 47 kΩ - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R6 | = resistore da 6,8 kΩ - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R7, R10 | = resistori da 2,2 kΩ - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R8 | = resistore da 1,2 kΩ - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R9, R22 | = resistori da 4,7 kΩ - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R11 | = trimmer da 1 kΩ (E 097 AC-1k) |
| R12, R19, R21 | = resistori da 1 kΩ (B8.031.05 NB) |
| R13, R14 | = resistori da 470 Ω - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R17 | = resistore da 3,9 kΩ - 1/4 W, ± 5% (B8.031.04 NB) |
| R18 | = resistore da 3,3 kΩ - 1/4 W, ± 5% (B8.031.04 NB) |
| R20 | = resistore da 56 Ω - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| R23 | = 2 resistori in parallelo da 1 Ω - 1 W, ± 5% (B8.031.06 NB) |
| R24 | = 2 resistori in parallelo da 1 Ω - 1 W, ± 5% (B8.031.06 NB) |
| R25 | = resistore da 10 Ω - 1/2 W, ± 5% (B8.031.05 NB) |
| C1 | = condensatore elettrolitico da 2,5 µF/16 V (C 426 AS E 2,5) |
| C2 | = condensatore elettrolitico da 2,5 µF/64 V (C 426 AR H 2,5) |
| C3 | = condensatore elettrolitico da 50 µF/40 V (C 426 AR G 50) |
| C4 | = condensatore elettrolitico da 160 µF/25 V (C 426 AR F 160) |
| C5 | = condensatore ceramico da 27 pF (C 333/C 27 E) |
| C6 | = condensatore in poliestere da 10 nF (C 280 AE/P 10k) |
| C7 | = condensatore in poliestere da 100 nF (C 280 AE/P 100k) |
| C8 | = condensatore elettrolitico da 2000 µF/50 V (PK 16662 I S) |
| TR1 | = transistore p-n-p BC 157 (177) |
| TR2 | = transistore n-p-n BC 147 (107) |
| TR3, TR4 | = transistori n-p-n BC 148 (108) |
| TR5 | = transistore p-n-p BC 158 (178) |
| TR6 | = transistore n-p-n BD 135 |
| TR7 | = transistore p-n-p BD 136 |
| TR8, TR9 | = transistori n-p-n BD 124 |
| D1, D2 | = diodi BA 145 |
| AP1 | = altoparlante (AD 1250 M 7) |

**NOTA - Le cifre poste fra parentesi, in corrispondenza dei vari materiali, indicano i numeri di codice dei componenti Philips-Elcoma usati per la costruzione del prototipo.**

catore può, se schiacciato, andare in cortocircuito).

Il funzionamento è il seguente: normalmente TR4 e TR5 non conducono. Un sovraccarico od un cortocircuito nel carico possono avere, come immediata conseguenza, un aumento di corrente nello stadio d'uscita, come pure un aumento della tensione fra le basi di TR6 e TR7 rispetto al punto centrale B/2, con conseguente conduzione dei transistori TR4 e TR5 a seguito dell'aumentata tensione ai capi di R15 e R16 ed interdizione del gruppo TR6 - TR7 - TR8 - TR9.

I due diodi, D1 e D2, che normalmente non conducono, proteggono lo stadio finale da eventuali transitori causati al momento dell'en-

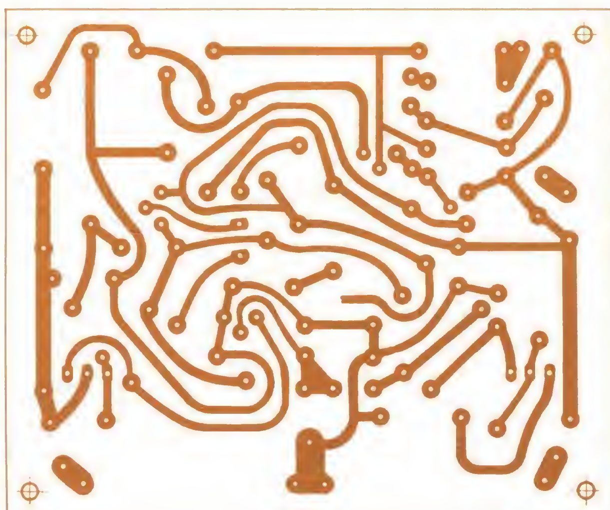


**Fig. 9 - Circuito stampato per il montaggio dell'amplificatore di potenza.**

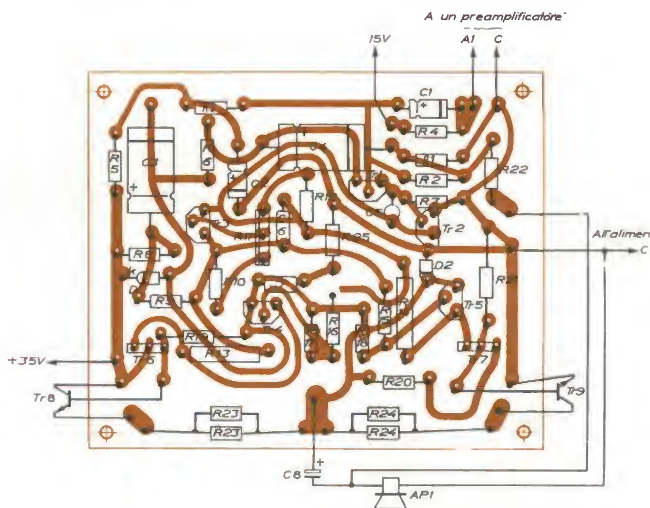



**Fig. 10 - Disposizione dei componenti sulla piastrina del circuito stampato dell'amplificatore di potenza.**

trata in funzione del circuito di protezione (ricordiamo che gli altoparlanti hanno una certa induttanza e che un brusco arresto della corrente in essi circolante può produrre sovratensioni, che possono, a loro volta, danneggiare i transistori dello stadio d'uscita).

Nella *fig. 9* è illustrato in grandezza naturale il circuito stampato dell'amplificatore e nella *fig. 10* la disposizione dei componenti sulla piastrina del circuito stampato stesso (con le connessioni ai transistori finali ed all'altoparlante). Essendo due i canali di amplificazione, occorreranno due di queste piastrine.

Si tenga presente che per i quattro transistori finali dell'amplificatore stereofonico, occorreranno quattro radiatori; la loro superficie è di circa 80 cm$^2$ ed il materiale usato è alluminio spesso 1,5 mm. Poiché il collettore dei transistori BD 124 è collegato al contenitore, quest'ultimo dovrà essere isolato dalle piastre dei radiatori con uno spessore di mica e con rondelle isolanti per le viti (accessori tipo 56203).

**L'alimentatore** - Nella *fig. 11* è riportato lo schema elettrico dell'alimentatore, di cui si può vedere in grandezza naturale la piastrina del circuito stampato nella *fig. 12;* nella *fig. 13* è visibile lo stesso circuito con i componenti montati.

Non è necessario che la tensione di alimenta-

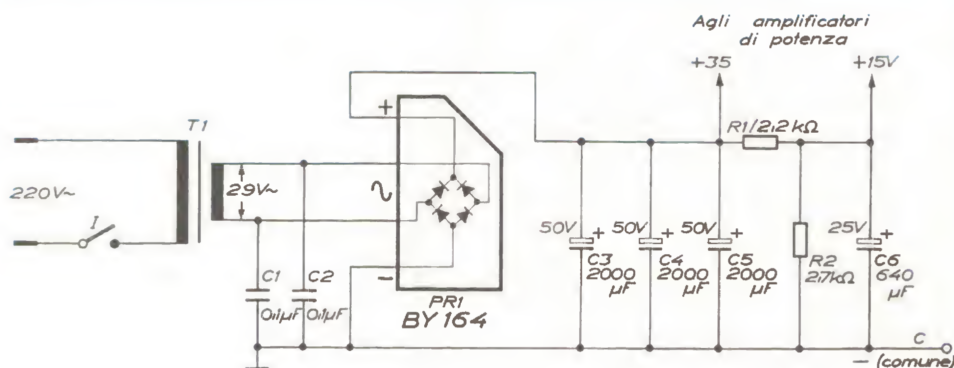



**Fig. 11 - Schema elettrico dell'alimentatore.**

**MATERIALE OCCORRENTE PER L'ALIMENTATORE**

(disponibile presso i distributori autorizzati della PHILIPS-ELCOMA)

| | | |
|---|---|---|
| C1, C2 | = condensatori in poliestere da 0,1 µF/250 V | (C 280 AE/P 100 k) |
| C3, C4, C5 | = condensatori elettrolitici da 2000 µF/50 V | (PK 16662 - IS) |
| C6 | = condensatore elettrolitico da 640 µF/25 V | (C 437 AR-F640) |
| I | = interruttore | |
| R1 | = resistore a carbone da 2,2 kΩ - 1/2 W, ± 5% | (B8.031.05 NB) |
| R2 | = resistore a carbone da 2,7 kΩ - 1/2 W, ± 5% | (B8.031.05 NB) |
| PR1 | = ponte raddrizzatore BY 164 | |
| T1 | = trasformatore 220 V/29 V, 2 A | |

NOTA - Le cifre poste fra parentesi, in corrispondenza dei vari materiali, indicano i numeri di codice dei componenti Philips-Elcoma usati per la costruzione dei prototipo.

zione sia stabilizzata; il suo valore è di circa 35 V in condizioni di pieno carico e di 38 V a vuoto. L'assorbimento di corrente non va oltre gli 0,6 A per canale.

È sufficiente, pertanto, un unico alimentatore per i due amplificatori. Il trasformatore impiegato ha un secondario di 29 V (a vuoto) ed una potenza di 50 VA. Un raddrizzatore a ponte PR1 rettifica ambedue le semionde; C3, C4, C5 sono i condensatori di filtro (*fig. 11*). Un partitore R1, R2 con C6 (come filtro) fornisce i 15 V per il preamplificatore.

L'ingresso dell'amplificatore è collegato al + 15 V tramite il resistore R4 che, come abbiamo visto, è il resistore di carico di uno dei transistori del preamplificatore montato sulla chitarra.

**Fig. 12 - Rappresentazione del circuito stampato per per il montaggio dei componenti dell'alimentatore.**

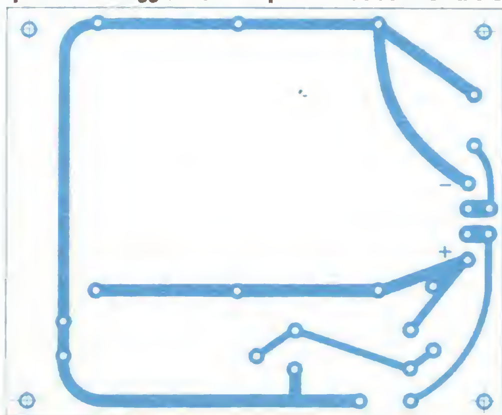
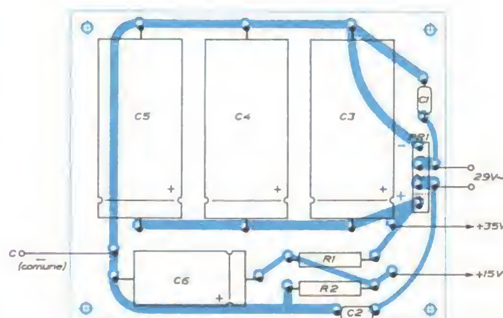



**Fig. 13 - Disposizione dei componenti sulla piastrina del circuito stampato dell'alimentatore.**



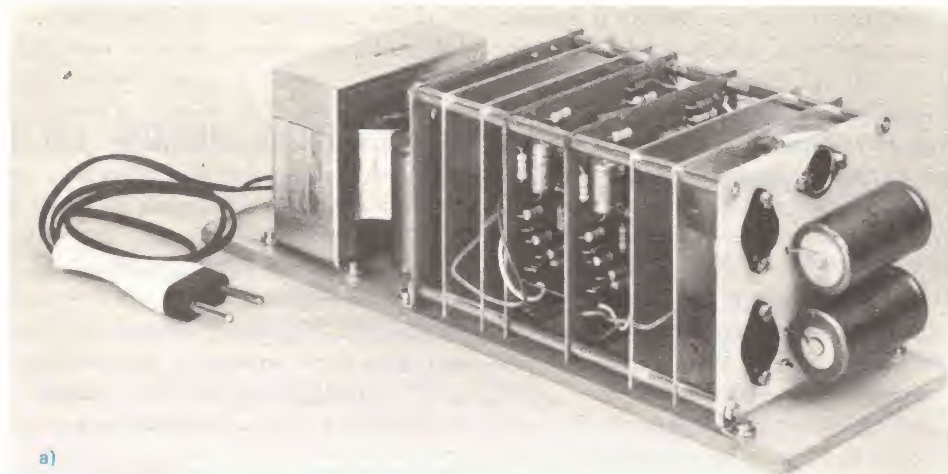
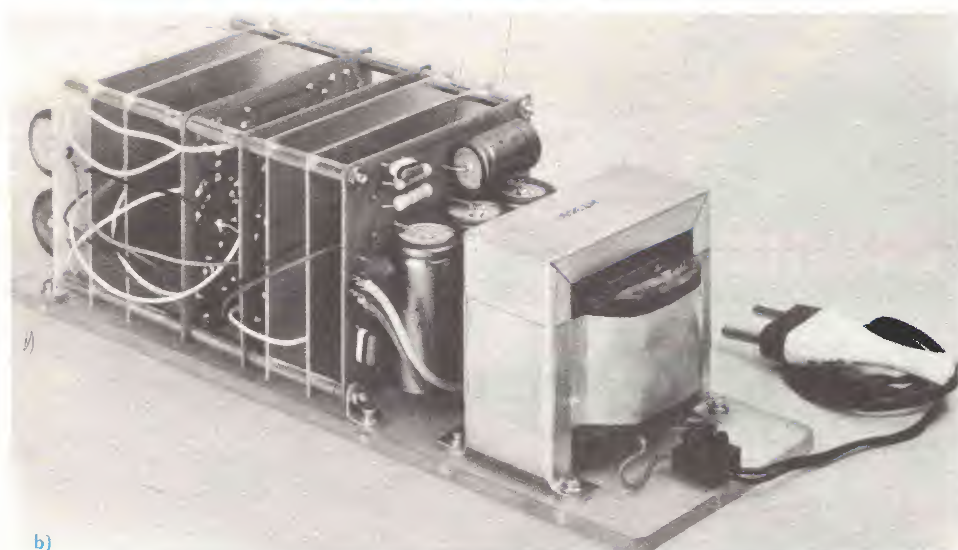



Fig. 14 - Prototipo dell'amplificatore stereofonico visto in a) dalla parte del pannello delle prese ed in b) dalla parte del pannello dell'alimentatore.




**Montaggio meccanico** - Nella *fig. 14* è riportato un prototipo dell'amplificatore stereofonico descritto.

I componenti elettrici impiegati sono tutti di produzione della Philips-ELCOMA e sono reperibili presso i Distributori Autorizzati che la Philips-ELCOMA ha in tutta Italia e di cui a pag. 40 è riportato un elenco completo di nome ed indirizzo.

Con riferimento alla *fig. 14-a,* a partire da destra, si trovano in ordine:

- il pannello sul quale si trovano le prese per gli altoparlanti e la presa d'ingresso dell'amplificatore;
- le due piastre di alluminio (radiatori) sulle quali sono montati i due transistori finali di un amplificatore di potenza (canale destro);
- il pannello di un amplificatore di potenza (canale destro);
- il pannello dell'altro amplificatore di potenza (canale sinistro);
- le due piastre di alluminio (radiatori) sulle quali sono montati i transistori finali dell'altro amplificatore di potenza (canale sinistro);
- il pannello dell'alimentatore;
- il trasformatore di alimentazione.

Nella *fig. 14-b* si vedono, in primo piano, il pannello dell'alimentatore ed il trasformatore di alimentazione.

Per assemblare i vari componenti si è usata una base-supporto in plexiglass delle dimensioni di 10 x 30 cm. Detta piastra deve essere opportunamente forata in corrispondenza dei due radiatori, affinché sia assicurata una circolazione d'aria; ovviamente la piastra in plexiglass deve poggiare su 4 gommini distanziatori. Può essere però impiegato qualsiasi altro materiale (ad esempio bachelite, alluminio, ecc.). Su di essa si è fissato il trasformatore di alimentazione, un ancoraggio per il primario del trasformatore (rete 220 V c.a.) e le varie piastre componenti l'amplificatore.
Tali piastre formano un blocco unico, che viene fissato sulla base con quattro squadrette.
Le varie piastre sono tenute assieme da quattro barre filettate da 3 MA, con intercalate colonnine distanziatrici.

Come si può notare dalla *fig. 14-a*, si è usato un pannello di normale bachelite per il collegamento dell'uscita dei due amplificatori di potenza alle rispettive casse acustiche. Su questo pannello si trovano: in alto, le due prese bipolari per il collegamento alle casse; in basso, i due condensatori di accoppiamento dell'altoparlante; a destra, la presa (tipo unificato DIN) per i segnali d'ingresso provenienti dal preamplificatore. Tale presa è a tre contatti: i due laterali ricevono l'uscita dei due preamplificatori e quello centrale è collegato a massa. Una spina tripolare DIN verrà fissata all'estremità dei due cavetti schermati che collegano il preamplificatore all'amplificatore.
Per ridurre eventuali ronzii di rete, è opportuno collegare alla massa comune la parte metallica della presa tripolare e le barre che tengono unito il blocco. In questo modo saranno a massa anche i quattro radiatori.

**Nota** - Ovviamente, l'amplificatore stereofonico descritto può essere impiegato, oltre che in combinazione con la chitarra elettronica descritta, anche con altri sistemi di amplificazioni Hi-Fi. ★

*Questo articolo è stato redatto in collaborazione con la Philips-Elcoma; per ulteriori informazioni sul progetto e sui materiali occorrenti, rivolgersi alla redazione di Radiorama.*

# ANALIZZATORE UNIVERSALE




**Strumento fondamentale di misura che offre molteplici applicazioni**

Nel presente articolo proponiamo ai lettori la costruzione di un analizzatore universale da 10.000 Ω/V, il cui montaggio può essere effettuato con discreta facilità.

Com'è noto, l'analizzatore universale (detto anche tester dal termine inglese ormai entrato nell'uso comune pure in Italia) è lo strumento che permette di misurare le tre grandezze fondamentali e cioè la corrente in ampere (A), la tensione in volt (V), la resistenza in ohm (Ω). Si tratta quindi di un'apparecchiatura particolarmente utile per i radioriparatori.

**Descrizione dello schema** - Il circuito milliamperometrico dell'analizzatore che presentiamo si compone di cinque portate così suddivise: 100 μA f.s., 1 mA f.s., 10 mA f.s., 100 mA f.s., 1 A f.s. Dalla *fig. 1,* in cui è illustrato lo schema elettrico dello strumento, risulta chiaramente che il resistore da 0,3 Ω è lo shunt per la portata di 1 A, il resistore da 2,7 Ω (insieme al resistore da 0,3 Ω) è lo shunt per la portata di 100 mA, e così via. Anche i resistori da 1,5 kΩ e da 1,2 kΩ fanno parte del circuito milliamperometrico.

Osservando il circuito relativo alle misure in CC, si nota che tutta la catena dei resistori shunt da 0,3 Ω, 2,7 Ω, 27 Ω, 270 Ω, 1,2 kΩ, 1,5 kΩ rappresenta, agli effetti del funzionamento del circuito voltmetrico, un unico resistore shunt del valore complessivo di 3 kΩ (pari alla somma dei valori dei vari resistori); questi 3 kΩ, in parallelo ai 1.000 Ω di resistenza interna dello strumento, costituiscono un valore complessivo di 750 Ω.

Il resistore addizionale da 9,25 kΩ, posto in serie ai 750 Ω del circuito milliamperometrico, fornisce per la portata di 1 V 10.000 Ω di resistenza, che consentono così di ottenere la sensibilità di 10.000 Ω/V.

Ponendo in serie a questo valore di resistenza il resistore da 21,6 kΩ, si ottiene la portata di 3 V; aggiungendo ancora il resistore da 68,4 kΩ si ha la portata di 10 V, e così via per le portate successive, aggiungendo di volta in volta i resistori da 216 kΩ, 684 kΩ, 2,16 MΩ ed i due resistori da 3,42 MΩ.

Il commutatore S2 provvede ad inserire i vari resistori addizionali, mentre un unico commutatore, costituito da S1a-S1b, provvede a trasformare il circuito voltmetrico per CC in circuito voltmetrico per CA, mediante l'inserzione dei due diodi D1 e D2 nel classico circuito a ponte. Due lati del

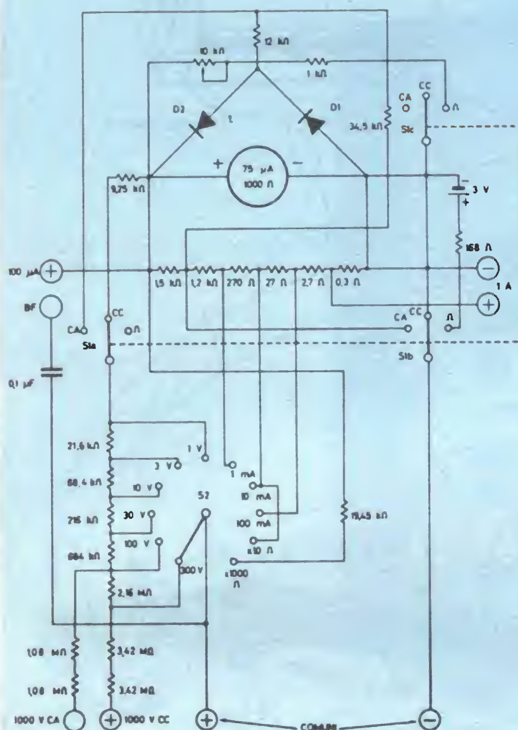



Fig. 1 - Schema elettrico dell'analizzatore universale.

## MATERIALE OCCORRENTE

- 1 pannello in alluminio
- 1 circuito stampato, con ancoraggi rivettati
- 1 scatola in polistirolo antiurto, dimensioni esterne 168,5 x 111,5 x 51 mm
- 1 microamperometro a bobina mobile da 75 μA
- 2 resistori da 3,42 MΩ - 1/2 W
- 2 resistori da 1,08 MΩ - 1/2 W
- 1 resistore da 27 Ω - 1/4 W
- 1 resistore da 168 Ω - 1/4 W
- 1 resistore da 270 Ω - 1/4 W
- 1 resistore da 1,2 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 1,5 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 9,25 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 12 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 19,45 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 21,6 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 34,5 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 68,4 kΩ - 1/4 W
- 1 resistore da 216 kΩ - 1/4 W opp. 1/2 W
- 1 resistore da 684 kΩ - 1/4 W opp. 1/2 W
- 1 resistore a filo da 0,3 Ω - 1 W
- 1 resistore a filo da 2,7 Ω - 1/2 W
- 1 resistore a strato da 1 kΩ - 1/4 W opp. 1/2 W
- 1 resistore a strato da 2,16 MΩ - 1/2 W
- 1 condensatore a carta da 0,1 μF
- 1 potenziometro a grafite, lineare, da 10 kΩ
- 1 commutatore a 1 via e 11 posizioni
- 1 commutatore a 3 vie e 3 posizioni
- 2 diodi al germanio OA81 o equivalenti
- 1 batteria da 3 V

Filo per collegamenti, filo trecciola, boccole isolate, banane, manopole, capicorda, viti, dadi, distanziatori e minuterie varie

ponte sono costituiti dai due diodi, un terzo lato è costituito dal resistore da 1,5 kΩ ed il quarto è costituito dai resistori da 0,3 Ω, 2,7 Ω, 27 Ω, 270 Ω, 1,2 kΩ, il cui valore complessivo risulta di 1,5 kΩ.

Il resistore da 12 kΩ costituisce il resistore addizionale per la portata di 3 V CA, mentre il resistore da 21,6 kΩ, con il resistore da 12 kΩ, permette di avere la seconda portata di 10 V e così via. Il resistore da 34,5 kΩ costituisce invece uno shunt al milliamperometro per poter usufruire della stessa catena di resistori addizionali sia in CC sia in CA.

Per eseguire misure di tensioni continue il tester dispone così di sette portate con 1 V f.s., 3 V f.s., 10 V f.s., 30 V f.s., 100 V f.s., 300 V f.s., 1.000 V f.s. Per eseguire misure di tensioni alternate le portate sono invece sei e cioé 3 V f.s., 10 V f.s., 30 V f.s., 100 V f.s., 300 V f.s., e 1.000 V f.s. Il circuito ohmmetrico dello strumento si compone di due parti: una consente misure di resistenze i cui valori indicati dall'indice dello strumento devono essere moltiplicati per 10 (R x 10); l'altra consente invece misure di resistenze i cui valori indicati dall'indice devono essere moltiplicati per 1.000 (R x 1.000). La portata R x 10 sfrutta la portata di 10 mA del tester; la portata R x 1.000 sfrutta la portata di 100 μA del tester. Con questo circuito si possono misurare resistenze da zero a 2 MΩ.

L'azzeramento del milliamperometro è ottenuto con il potenziometro da 10 kΩ, in serie al quale è connesso il resistore da 1 kΩ che limita il campo di regolazione del potenziometro stesso e consente una regolazione più dolce dell'indice a fondo scala. La batteria da 3 V provvede ad alimentare il circuito; le due parti (S1b e S1c) di un commutatore inseriscono il circuito ohmmetrico; il commutatore di portata S2 inserisce le portate R x 10 e R x 1.000.

**Costruzione** - La prima parte del montaggio dell'analizzatore consiste nel sistemare i vari componenti sull'apposito circuito stampato, usato in sostituzione dei circuiti tradizionali, in quanto si presenta maggiormente pratico e permette un montaggio più celere e sicuro.

Fig. 2 - Schema pratico completo dell'analizzatore.

Innanzitutto si montano i resistori, i quali devono avere una percentuale di tolleranza dell'1%; quindi i due diodi OA81, o tipi equivalenti, ed infine S1 e S2, i due commutatori speciali per circuito stampato. Il commutatore S1, del tipo a tre vie e tre posizioni, ha la funzione di predisporre l'analizzatore per la misura che si vuole effettuare; il commutatore S2 è invece del tipo ad una via ed undici posizioni senza alcun arresto ed ha la funzione di inserire le varie portate previste dall'analizzatore. Dopo aver sistemato sul circuito stampato i diversi componenti, come illustrato nello schema pratico della *fig. 2*, si deve eseguire il montaggio meccanico ed elettrico del pannello, sistemando su esso le boccole con i relativi capicorda, il potenziometro lineare da 10 kΩ e gli altri componenti pure illustrati nella *fig. 2*.

Si effettuano quindi i collegamenti fra il pannello ed il circuito stampato e si completa l'analizzatore con l'inserzione della batteria da 3 V e dello strumento da 75 μA f.s. e 1.000 Ω di resistenza interna. Infine, si sistema l'analizzatore in un'apposita scatola e si fissano le manopole a freccia sugli alberini dei commutatori e la manopola a pressione sull'alberino del potenziometro di azzeramento.

A questo punto l'analizzatore universale è com-

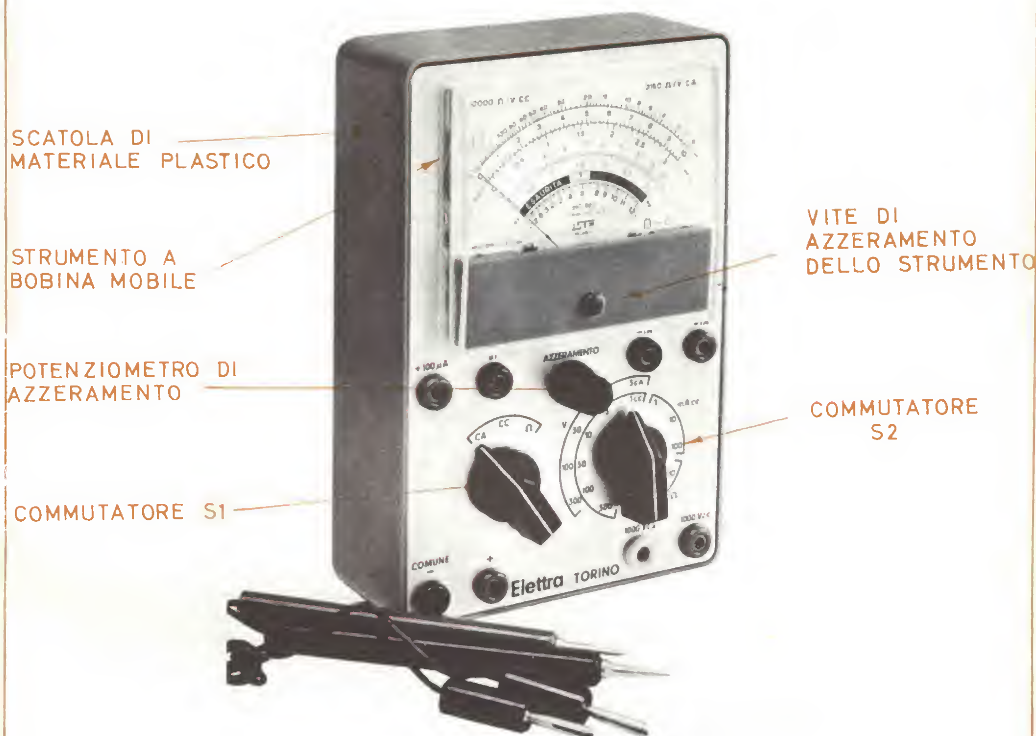



**Fig. 3 - Ecco come si presenta l'analizzatore a montaggio ultimato.**

pleto e deve presentarsi come illustrato nella *fig. 3*. Per poter usare l'analizzatore sono però ancora necessari due puntali, uno rosso ed uno nero, costituiti da due spezzoni di filo trecciola assai flessibile della sezione di 0,50 mm² e lunghi 80 cm circa. Ad un estremo i due spezzoni devono essere muniti di banane, che si innesteranno nelle boccole dell'analizzatore, ed all'estremo opposto di due puntali veri e propri formati ciascuno da una cannuccia di materiale isolante e da una punta metallica.

## APPLICAZIONI PARTICOLARI DELL'ANALIZZATORE

### CONTROLLO DI COMPONENTI CON L'OHMMETRO

Con il misuratore disposto come ohmmetro, è possibile controllare tutti i componenti che si usano nei circuiti; è consigliabile eseguire tale controllo sempre prima di effettuare un montaggio, onde evitare di usare qualche elemento difettoso.

#### Controllo di resistori

Si collegano i puntali dell'ohmmetro ai capi del resistore da controllare usando le portate R x 1.000 o R x 10 a seconda del valore del resistore: l'indice dello strumento deve indicare all'incirca il valore scritto sul resistore. Se l'indice non si muove affatto, il resistore è interrotto e quindi inservibile; se l'indice va decisamente a fondo scala il resistore è in cortocircuito.

#### Controllo di condensatori

Si dispone l'ohmmetro per la portata R x 1.000 e si collegano i puntali ai capi del condensatore: l'indice deve rimanere fermo sull'estremo sinistro della scala se la capacita è di piccolo valore; se la capacità ha valore superiore a circa 50 nF (0,05 μF), l'indice deve compiere un piccolo scatto verso destra e poi tornare a sinistra. Se l'indice va a fondo scala il condensatore è in cortocircuito.

Per il controllo di condensatori elettrolitici occorre avere l'avvertenza di collegare il puntale nero al

# NORME PER L'USO

Le operazioni preliminari che si devono compiere, per eseguire una misura con l'analizzatore, sono due:

- adattamento dello strumento per la misura che si vuole effettuare, ruotando il commutatore S1 su una delle tre posizioni CC, CA, Ω;
- inserzione della portata più adatta, agendo sul commutatore S2; nel caso non si conosca l'ordine di grandezza della tensione da misurare, si deve disporre lo strumento sulla portata più elevata, passando poi gradatamente a quelle più basse sino ad individuare la portata più adatta per la misura da eseguire.

**MISURE DI TENSIONI**

**Misure di tensioni continue con portate 1 V f.s., 3 V f.s., 10 V f.s., 30 V f.s., 100 V f.s., 300 V f.s.** - Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CC; si ruota il commutatore S2 sulla portata desiderata compresa nel settore V CC; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola rossa contrassegnata con il segno +. Il puntale nero che fa capo al terminale negativo dello strumento deve essere posto a contatto con il negativo della tensione da misurare, mentre il puntale rosso che fa capo al terminale positivo dello strumento deve essere posto a contatto con il positivo della tensione da misurare.
Quando si devono eseguire misure di tensione su un'apparecchiatura, è conveniente **collegare sempre prima il puntale nero al telaio** (massa) dell'apparecchiatura stessa e poi toccare con il puntale rosso i vari punti del circuito da misurare. Questo vale, naturalmente, quando i punti da misurare hanno polarità positive rispetto al telaio, come normalmente si verifica in tutte le apparecchiature a tubi.

**Misure di tensioni continue con portata 1.000 V f.s.** - Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CC; il commutatore S2 **può essere ruotato su qualsiasi posizione**, poiché non viene inserito nel circuito di questa misura; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola rossa, contraddistinta con la scritta 1.000 V CC; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —. Il puntale rosso deve essere messo a contatto con il positivo della tensione da misurare ed il puntale nero con il negativo della tensione.

**Misure di tensioni alternate con portate 3 V f.s., 10 V f.s., 30 V f.s., 100 V f.s., 300 V f.s.** - Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CA; si ruota il commutatore S2 sulla portata desiderata compresa nel settore V CA; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola rossa contraddistinta con il segno +. Quando si ignora l'ordine di grandezza della tensione da misurare, si parte dalla portata più elevata, quindi si commuta S2 fino a raggiungere la portata più adatta per eseguire la misura.

**Misure di tensioni alternate con portata 1.000 V f.s.** - Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CA; il commutatore S2 **può essere ruotato su qualsiasi posizione**, poiché non viene inserito nel circuito di questa misura; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola gialla contrassegnata con la scritta 1.000 V CA.

**MISURE DI CORRENTI**

Per effettuare rilievi di corrente occorre interrompere il circuito nel quale si desidera eseguire la misura ed inserire in serie ad esso l'analizzatore, mettendo a contatto il puntale rosso con il lato positivo ed il puntale nero con il lato negativo.

**Misure d'intensità di corrente continua con portata 100 μA f.s.** - Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CC; il commutatore S2 **può essere ruotato su qualsiasi posizione**, poiché non

terminale positivo e quello rosso al terminale negativo del condensatore: l'indice deve fare uno scatto verso destra e quindi ritornare lentamente verso sinistra; difficilmente esso ritorna fino all'inizio scala, ma rimane leggermente spostato. Se va a fondo scala il condensatore è in cortocircuito; se non si muove affatto l'elettrolitico è esaurito.

### Controllo di trasformatori

Il controllo di un trasformatore viene effettuato in due tempi.

■ Continuità degli avvolgimenti; si collegano i puntali dell'ohmmetro ai due estremi di ciascun avvolgimento del trasformatore: l'indice deve muoversi. Se l'indice non si muove, l'avvolgimento è interrotto.

■ Isolamento tra gli avvolgimenti ed il nucleo; si collega un puntale ad un estremo di un avvolgimento e si mette l'altro puntale a contatto con i capi degli altri avvolgimenti o con il nucleo: l'indice non deve muoversi. Se si muove è segno di cattivo isolamento o di cortocircuito.
Le stesse prove si possono fare per controllare induttanze, avvolgimenti in genere, trasformatori di media frequenza, bobine, ecc.

### Controllo di tubi

I guasti più frequenti che mettono fuori uso un

# DELL'ANALIZZATORE

viene inserito nel circuito di questa misura; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola rossa contrassegnata con la scritta +100 μA.

**Misure d'intensità di corrente continua con portate 1 mA f.s., 10 mA f.s., 100 mA f.s. -** Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CC; si ruota il commutatore S2 sulla portata desiderata compresa nel settore mA CC; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola rossa contrassegnata con il segno +.

**Misure d'intensità di corrente continua con portata 1 A f.s. -** Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CC; il commutatore S2 **può essere ruotato su qualsiasi posizione,** poiché non viene inserito nel circuito di questa misura; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera contrassegnata con la scritta −1 A; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola rossa contrassegnata con la scritta +1 A.

**MISURE DI RESISTENZE CON PORTATA R x 10 E R x 1.000**

Prima di effettuare la misura occorre assicurarsi che il resistore da misurare non sia sotto tensione e che in parallelo ad esso non siano collegati altri componenti, cioè condensatori od induttori che possano alterare il valore misurato. In questo caso è necessario staccare almeno un terminale del resistore prima di effettuare la misura. Si ruota il commutatore S1 sulla posizione Ω; si ruota il commutatore S2 sulla portata R x 10 o R x 1.000, a seconda dell'ordine di grandezza del resistore da misurare; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola rossa contrassegnata con il segno +; si cortocircuitano le estremità dei puntali e quindi si ruota la manopola del potenziometro di azzeramento in modo che l'indice venga a trovarsi esattamente all'estrema destra del quadrante, sullo zero della scala ohmmetrica; si separano quindi i due puntali e si toccano con essi i terminali del resistore da misurare.

**MISURE DI TENSIONI BF**

Questa possibilità viene utilizzata quando si deve misurare una tensione alternata alla quale è sovrapposta una tensione continua. Si ruota il commutatore S1 sulla posizione CA; si ruota il commutatore S2 su una delle portate V CA, a seconda del valore della tensione da misurare; si inserisce la banana del puntale nero nella boccola nera COMUNE —; si inserisce la banana del puntale rosso nella boccola verde BF.

**MISURE DI LIVELLI IN dB**

Si procede come per le misure di tensioni alternate, utilizzando la boccola verde BF quando la tensione alternata da misurare è sovrapposta ad una tensione continua. Le letture devono essere fatte sulla scala sotto la quale è riportata la scritta DECIBEL (che si abbrevia dB). La scala decibel è riferita alla scala 3 V f.s. Se la lettura è fatta sulla scala 10 V f.s. si aggiungono 10 dB; se la lettura è fatta sulla scala 30 V f.s. si aggiungono 20 dB; se la lettura è fatta sulla scala 100 V f.s. si aggiungono 30 dB; se la lettura è fatta sulla scala 300 V f.s. si aggiungono 40 dB; se la lettura è fatta sulla scala 1.000 V f.s. si aggiungono 50 dB.

**MISURE IN UNIONE AL PROVAVALVOLE**

L'analizzatore può inoltre essere impiegato in unione al provavalvole, altro utile strumento il cui montaggio e le cui caratteristiche verranno illustrati in un prossimo numero della rivista. In questo caso, cioè quando l'analizzatore viene fatto funzionare con il provavalvole, deve essere usata la scala dell'analizzatore universale che porta la scritta "ESAURITA - ? - BUONA".

tubo sono: interruzione del filamento, interruzione del collegamento al catodo internamente al bulbo. Il controllo della continuità del filamento è immediato: basta porre a contatto dei piedini del filamento i due puntali dell'ohmmetro e vedere se l'indice si muove.

Il controllo del collegamento di catodo può essere fatto pure con l'ohmmetro nel seguente modo: si accende il tubo applicando al suo filamento la tensione normale di lavoro, quindi si pone il puntale rosso, connesso alla portata R x 1.000, a contatto del piedino di catodo ed il puntale nero a contatto del piedino della griglia controllo o della placca se si tratta di un diodo; l'indice deve muoversi. Se l'indice non si muove, si prova ad invertire i puntali: se anche così l'indice non si muove, il tubo è fuori uso.

Dall'indicazione fornita dall'ohmmetro si può pure giudicare se il tubo è più o meno esaurito, confrontando questa indicazione con quella fornita dal controllo di un altro tubo dello stesso tipo, sicuramente efficiente.

**Controllo di raddrizzatori al selenio e diodi al germanio**

Si dispone il misuratore sulla portata R x 1.000, si misura la resistenza collegando i puntali ai capi del raddrizzatore al selenio o all'ossido di rame, oppure

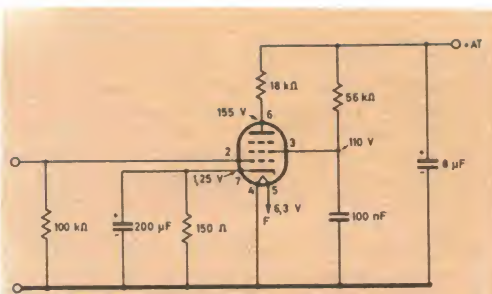


Fig. 4 - Schema di un circuito amplificatore a RC.

ai terminali del diodo al germanio, quindi si scambiano tra loro i due puntali: le letture rilevate nei due casi devono essere molto diverse tra loro.
Se le letture sono all'incirca uguali, l'elemento raddrizzatore è inefficiente; se invece l'indice non si muove, il raddrizzatore è bruciato. Un raddrizzatore al selenio per tensione elevata e debole corrente può essere efficiente anche se l'indice non si muove, poiché può avere una resistenza di parecchi megaohm, non misurabile con l'ohmmetro.

## CONTROLLO DI UN CIRCUITO CON L'OHMMETRO

È sempre bene, quando si è montato un circuito, controllarlo prima di applicargli tensione, onde evitare che qualche errore di collegamento o qualche parte difettosa danneggi altri componenti. Tale controllo, detto "a freddo" (poiché si fa senza applicare tensione al circuito), è pure molto utile per la ricerca di guasti in circuiti già funzionanti. Il controllo si basa su misure, fatte in punti diversi del circuito, che permettono di individuare se qualche parte del circuito stesso è difettosa. Per chiarire meglio ai lettori come si opera in questo caso, riportiamo di seguito l'esempio di un controllo di un circuito amplificatore a resistenza e capacità; allo stesso modo si dovrà procedere per qualsiasi altro circuito.
Nella *fig. 4* è riportato lo schema del circuito che viene controllato collegando il puntale rosso dell'ohmmetro a massa e quello nero ai diversi piedini del tubo. Quando si porta il puntale sul piedino 7 (catodo), l'indice dello strumento deve indicare circa 150 Ω, poiché tale è il valore del resistore inserito tra il piedino 7 e massa.
Sul piedino 2 (griglia) l'indice deve indicare 100 kΩ, mentre sui piedini 3 e 6 si deve ottenere un valore di resistenza molto elevato in quanto questi piedini sono collegati al +AT isolato da massa; l'indicazione è allora dovuta solo alla perdita del condensatore elettrolitico da 8 µF del filtro. Se qualche parte è difettosa o qualche collegamento è errato, l'inconveniente sarà messo in evidenza da questo tipo di controllo. Se, ad esempio, tra il piedino 7 e massa si ha una resistenza nulla (indice a fondo scala sullo zero), significa che il condensatore elettrolitico da 200 µF oppure il resistore da 150 Ω è in cortocircuito. Si staccheranno allora i due componenti e si vedrà qual è quello difettoso. Se invece l'indice non si muove, è senz'altro interrotto il resistore da 150 Ω.
Per completare il controllo si collega il puntale nero al +AT e quello rosso ai diversi piedini del tubo: in questa verifica si deve leggere un valore molto alto ai piedini 7 e 2, al piedino 3 si deve leggere un valore di 56 kΩ ed al piedino 6 un valore di 18 kΩ.
Per rendere più rapido il controllo si può fare una tabellina come quella sotto riportata, nella quale i piedini che devono presentare resistenza molto elevata sono indicati con un trattino (–).

| Piedino | Puntale rosso a massa | Puntale nero al +AT |
|---|---|---|
| 2 | 100 kΩ | – |
| 3 | – | 56 kΩ |
| 4 | 0 | – |
| 5 | 0 | – |
| 6 | – | 18 kΩ |
| 7 | 150 Ω | – |

## CONTROLLO DI UN CIRCUITO CON IL VOLTMETRO

Il controllo con il voltmetro, o controllo "a caldo", si fa quando al circuito è applicata tensione e nello zoccolo è inserito il tubo. Il controllo con l'ohmmetro garantisce l'efficienza delle parti e la mancanza di errori di montaggio; se il risultato è positivo, si può essere quasi certi che il circuito funziona; esso però non rivela, ad esempio, un difetto del tubo, che invece viene individuato dal controllo con il voltmetro.
Questo controllo è assai semplice da fare; riprendiamo come esempio il circuito precedente della *fig. 4*. Si collega il puntale nero del voltmetro a massa e quello rosso ai diversi elettrodi: le tensioni che si leggono devono essere all'incirca quelle segnate sullo schema e riportate nella tabellina che segue.

| Piedino | Tensione |
|---|---|
| 2 | 0 V CC |
| 3 | 110 V CC |
| 4 | 0 V CC |
| 5 | 6,3 V CA |
| 6 | 155 V CC |
| 7 | 1,25 V CC |
| +AT | 300 V CC |

Da notare che per misurare la tensione ai piedino 5 (filamento) occorre disporre lo strumento per la misura di corrente alternata, mentre per gli altri piedini lo strumento si dispone per la misura di corrente continua.

Anche con questo metodo si rilevano eventuali difetti dei componenti o del tubo. Se, ad esempio, non si ha tensione al piedino 3 significa che è interrotto il resistore da 56 kΩ oppure è in cortocircuito il condensatore da 100 nF; se invece non vi è tensione al piedino 7, significa che è in cortocircuito il resistore da 150 Ω, mentre se le tensioni ai piedini 3 e 6 sono uguali al +AT (300 V) può essere bruciato il tubo od essere interrotto il resistore di catodo.

Purtroppo molte volte sullo schema non sono indicate le tensioni che devono essere presenti ai vari piedini. In questo caso si può effettuare ugualmente il controllo tenendo conto delle seguenti regole, che servono per i normali circuiti dei ricevitori:

- sul catodo si deve avere una tensione di pochi volt od al massimo di qualche decina di volt, se si tratta di un tubo di potenza;
- sulla griglia pilota non si deve mai avere tensione positiva;
- sulla griglia schermo e sulla placca si deve avere una tensione alquanto inferiore al +AT, se esse sono collegate al +AT con resistori; quando la placca è collegata al +AT mediante il primario di un trasformatore (sia esso di media frequenza o di uscita), la tensione deve essere uguale o poco inferiore al +AT. ★

*L'analizzatore descritto nel presente articolo fa parte del Corso Strumenti allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito, dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito). I materiali necessari per il montaggio dell'analizzatore, con le relative istruzioni, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra, via Stellone 5, Torino, e possono essere inviati in 3 pacchi separati al prezzo di L. 4.700 per pacco più spese postali, oppure in unico pacco per L. 12.700 complessive più spese postali. Lo strumento può essere inoltre fornito già montato al prezzo di L. 15.400 più spese postali. È pure disponibile un apposito contenitore in vinilpelle, che agevola il trasporto dello strumento e dei relativi accessori, al prezzo di L. 1.200 più spese postali.*

# Costruite il

# PROVACIRCUITI A SOSTITUZIONE




**Arricchendo il vostro laboratorio di questo utile strumento sarete notevolmente agevolati nei lavori di riparazione**

Coloro che si dedicano a riparazioni radio e TV, oppure anche soltanto ad esperimenti dilettantistici, si trovano spesso nella necessità di avere a disposizione un certo numero di resistori e condensatori dei valori più svariati e più comuni, onde avere la possibilità, durante la riparazione od il montaggio di ricevitori, di provare a sostituire le parti che si ritengono difettose od alterate.

In genere però questi componenti non vengono tenuti separati a seconda dei loro valori, bensì mescolati gli uni agli altri e quindi ogni volta si deve perdere tempo per cercare il pezzo che interessa. Inoltre i terminali dei componenti, essendo sottoposti a ripetute saldature, si riducono spesso in cattive condizioni, per cui si rende necessario sostituire di frequente i componenti stessi.

Scopo del "Provacircuiti a sostituzione" è di eliminare questi inconvenienti (che possono anche produrre un'impressione negativa sul cliente che eventualmente assista alla riparazione), adottando un sistema più razionale; il dispositivo che proponiamo e che rappresenta un vero e proprio strumento di lavoro, permette infatti di identificare rapidamente i componenti dei valori desiderati; esso inoltre

può essere facilmente trasportabile, nel caso di riparazioni a domicilio, ed è sempre in ordine e pronto per l'uso.

I provacircuiti a sostituzione sono diffusissimi già da molti anni negli Stati Uniti, ma soltanto da poco stanno diffondendosi in Europa; ultimamente però si stanno affermando con sempre maggiore successo. Quelli di fabbricazione americana sono in genere molto elementari in quanto sono costituiti semplicemente da un commutatore e da più resistori e condensatori e la loro funzione è solo quella di mettere a disposizione questi singoli componenti. Il provacircuiti che presentiamo in questo articolo permette invece un più vasto impiego poiché con esso si realizzano anche gruppi RC e ponti per la misura di resistenze, capacità e rapporto di trasformazione di trasformatori.

**Descrizione dello schema** - Dal punto di vista elettrico, il funzionamento del provacircuiti a sostituzione, il cui schema è riportato nella *fig. 1*, è facilmente comprensibile: infatti si tratta semplicemente di una serie di resistori e condensatori, di valori opportuni, che possono essere inseriti singolarmente od in combinazioni di due per avere a disposizione una gamma di valori più vasta di quella ottenibile con i componenti esistenti, nonché una svariata serie di combinazioni di gruppi RC.

La scelta dei valori dei resistori e condensatori è stata fatta con il criterio di

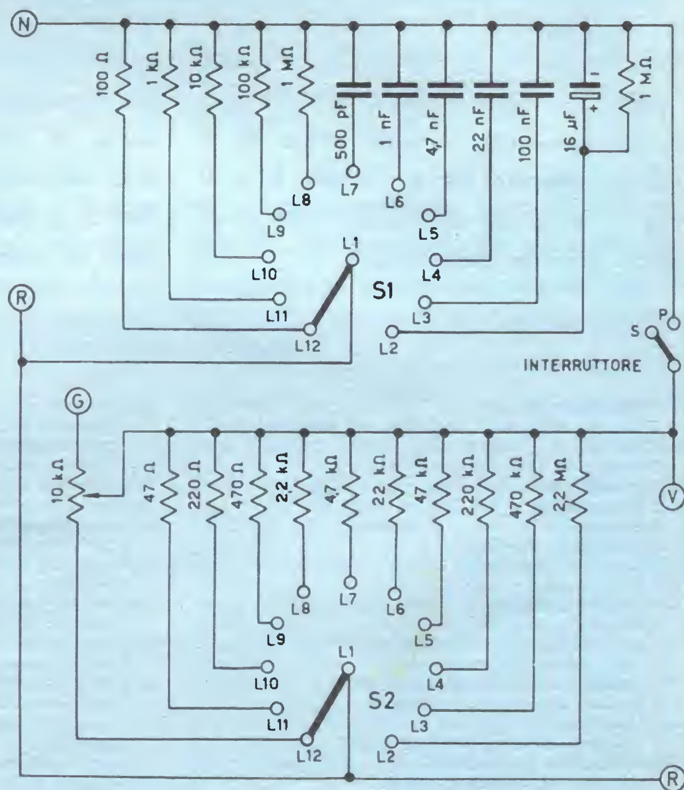



**Fig. 1 - Schema elettrico del provacircuiti a sostituzione.**

avere disponibili i valori di solito più usati nei circuiti radio e TV, mentre la loro sistemazione sul provacircuiti è stata studiata in modo da ottenere il maggior numero possibile di combinazioni.

Osservando la *fig. 1* si constata che il provacircuiti a sostituzione è costituito principalmente da due commutatori (S1 e S2) a 1 via e 11 posizioni: ogni elemento (resistore o condensatore) ha un terminale collegato alle vie di un commutatore (S1 o S2) mentre i terminali liberi di questi elementi sono collegati insieme e, rispettivamente, con la boccola N o con la boccola V; i due cursori di S1 e di S2 sono collegati tra loro e con la boccola R. Un interruttore può mettere in contatto le boccole N e V.

In questo modo, se l'interruttore è aperto (cioè in posizione S), ruotando S1 si possono ottenere tra le boccole R e N tutti i valori dei componenti inseriti da questo commutatore; ruotando invece S2 si possono ottenere tra le boccole R e V tutti i valori dei componenti inseriti da questo secondo commutatore.

Tra le boccole N e V, sempre con l'interruttore aperto, può essere inserito qualsiasi elemento di S1 con in serie qualsiasi elemento di S2. Poiché gli elementi di S1 sono undici ed a ciascuno di essi si può disporre in serie uno degli undici elementi di S2, le combinazioni in serie tra N e V sono 11 x 11 = 121.

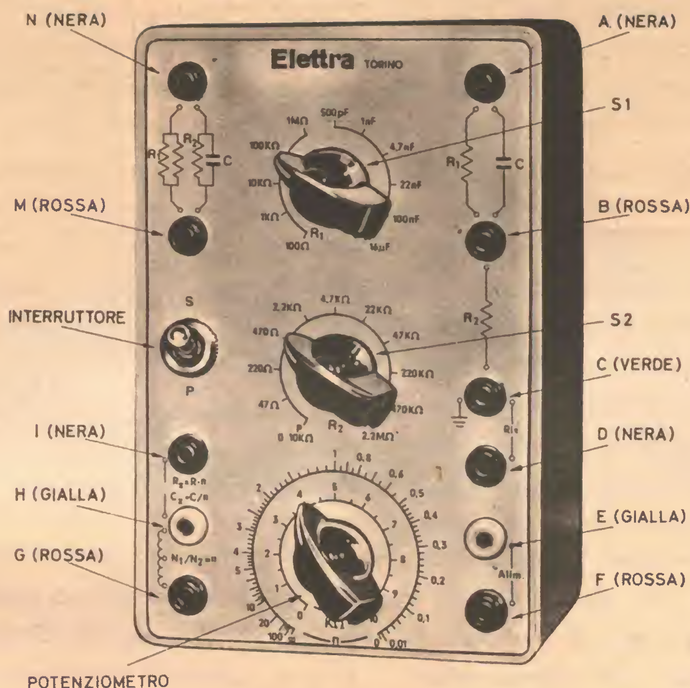
Chiudendo l'interruttore, cioè portandolo in posizione P, si collegano elettricamente le boccole N e V, quindi si può inserire tra le boccole R e N qualsiasi elemento di S1 con in parallelo qualsiasi elemento di S2; anche in questo caso le combinazioni possibili sono 121, però gli elementi risultano ora collegati in parallelo anziché in serie.

Dallo schema risulta pure che uno degli elementi di S2 (P) è un potenziometro, un estremo del quale fa capo ad una boccola separata G. In tal modo questo potenziometro, oltre a servire quale elemento di valore regolabile, può venire pure utilizzato per la realizzazione di tipi diversi di ponti, per la misura di resistori, di condensatori e di rapporti.

**MATERIALE OCCORRENTE**

1 pannello in alluminio
1 circuito stampato in bachelite, con ancoraggi rivettati
1 scatola da 168,5 x 111,5 x 51 mm
3 manopole a freccia
1 potenziometro a filo, lineare, da 10 kΩ
2 commutatori a 1 via e 11 posizioni
1 interruttore unipolare
2 boccole isolate gialle
1 boccola isolata verde
4 boccole isolate rosse
4 boccole isolate nere
1 condensatore a mica da 500 pF
1 condensatore a carta da 0,001 μF
1 condensatore a carta da 0,0047 μF
1 condensatore a carta da 0,022 μF
1 condensatore a carta da 0,1 μF
1 condensatore elettrolitico da 16 μF
2 resistori ad impasto da 1 MΩ - 1/2 W
1 resistore ad impasto da 100 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 10 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 1 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 100 Ω - 1 W
1 resistore ad impasto da 22 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 47 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 220 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 4,7 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 2,2 kΩ - 1 W
1 resistore ad impasto da 470 kΩ - 1/2 W
1 resistore ad impasto da 2,2 MΩ - 1/2 W
1 resistore ad impasto da 47 Ω - 1/2 W
1 resistore ad impasto da 470 Ω - 1 W
1 resistore ad impasto da 220 Ω - 1 W
2 banane rosse
2 banane nere
2 coccodrilli isolati neri
2 coccodrilli isolati rossi
Distanziatori cilindrici ed esagonali, capicorda per boccole, filo trecciola, filo per collegamenti, viti e minuterie varie

Fig. 2 - Strumento completo con l'indicazione dei componenti esterni montati sul pannello frontale.




**Usi svariati del provacircuiti** - Il provacircuiti a sostituzione è usato con maggior frequenza dai riparatori, per la ricerca dei guasti nelle apparecchiature radio e TV, con il metodo di sostituzione. Come dice il nome stesso, questo metodo consiste nel sostituire l'elemento che si ritiene difettoso con un altro di sicuro funzionamento. Se il guasto cessa, significa che esso era provocato dall'elemento che si è sostituito, il quale era difettoso; se invece il guasto permane, si prosegue a sostituire gli altri elementi di dubbia efficienza.

In genere in un ricevitore le parti più vulnerabili sono, oltre ai tubi, i resistori ed i condensatori, che sono gli elementi base di tutti i circuiti. Per procedere con il metodo di sostituzione, occorre disporre di un certo numero di questi elementi dei valori più comuni; perciò il provacircuiti, che permette la combinazione di una grande varietà di valori di resistenza e di capacità, è proprio lo strumento adatto.

Per effettuare la sostituzione dei pezzi basta dissaldare, dall'apparecchio in esame, l'elemento ritenuto difettoso e collegare ai due capicorda rimasti liberi, tramite due pinzette a bocca di coccodrillo, gli estremi di due conduttori, muniti agli estremi opposti di due banane. Queste

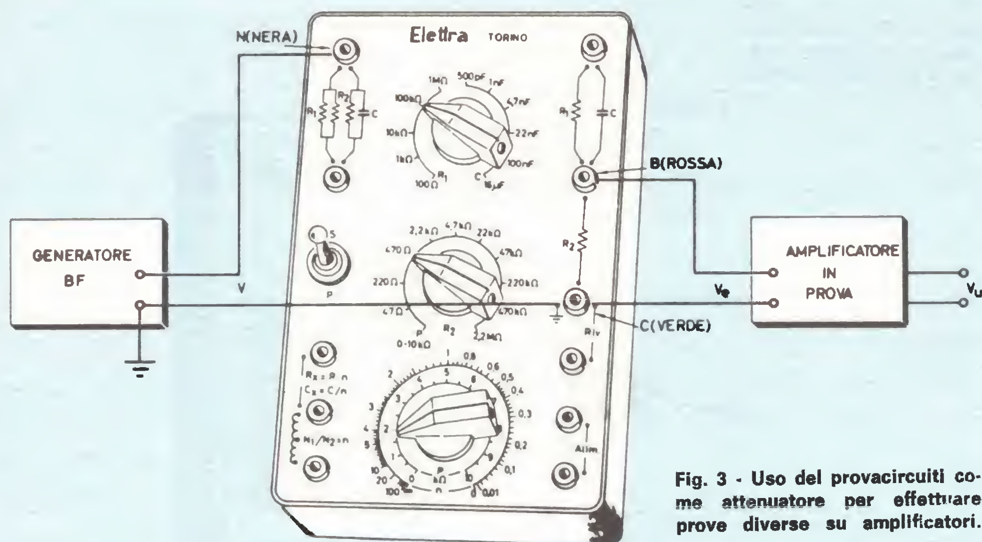



**Fig. 3 - Uso del provacircuiti come attenuatore per effettuare prove diverse su amplificatori.**

banane saranno quindi inserite nelle boccole A e B, oppure B e C, oppure A e C, oppure M e N a seconda dei valori di resistenza e di capacità voluti.

Si accende quindi l'apparecchio in prova: se dopo la sostituzione dell'elemento ritenuto inefficiente esso funziona, significa che il componente dissaldato è difettoso e quindi è da sostituire con uno nuovo; se invece l'apparecchio non funziona ancora, si salda nuovamente al suo posto lo stesso componente prima dissaldato e si passa a controllare ad uno ad uno gli altri componenti, finché non si ottiene il regolare funzionamento dell'apparecchio.

L'insieme di un resistore e di un condensatore connessi sia in parallelo, sia in serie, a seconda degli scopi, viene comunemente detto gruppo RC; esso è di notevole importanza nella ricerca dei guasti effettuata con il metodo di sostituzione, o nelle prove sperimentali di modifica di un circuito, eseguite al fine di ottenere da questo risultati migliori. I gruppi RC in parallelo sono generalmente usati quali gruppi catodici di polarizzazione e quali gruppi di rivelazione; i gruppi RC in serie sono usati invece nei circuiti per l'alimentazione di griglia schermo, per l'accoppiamento RC tra stadi BF e per circuiti di controllo di tono.

Con i gruppi RC in serie si possono pure realizzare "Filtri passa basso" e "Filtri passa alto", che servono sia quali celle di livellamento anodico o di disaccoppiamento tra stadi, sia per separare frequenze basse da frequenze alte (filtro passa basso) o viceversa (filtro passa alto).

Un'altra possibilità del provacircuiti è quella di consentire l'attuazione di partitori resistivi con rapporti diversi, fissi o variabili, realizzando così comodi attenuatori il cui uso è assai vasto, dato che essi trovano applicazione ogniqualvolta occorre ridurre una tensione in un dato rapporto.

Un esempio tipico è quello di dover misurare l'amplificazione degli stadi BF di un ricevitore; infatti, mentre è facile misurare la tensione Vu di uscita, è molto difficile misurare la tensione Ve di ingresso, in quanto questa in genere è di valore molto basso, inferiore al volt, e quindi difficilmente misurabile con il tester. In questo caso basta inserire un attenuatore all'ingresso del preamplificatore e misurare la tensione V da applicare per ottenere la Ve voluta.

Ad esempio, se Ve deve essere di 0,1 V si può inserire R1 = 100.000 Ω e R2 = 470 Ω. Dalla formula

$$V = Ve \frac{R1+R2}{R2} = 0{,}1 \frac{100.000+470}{470} = 21{,}3\ V$$

si ottiene il valore di V; quindi basterà misurare V pari a 21,3 V perché si abbia Ve = 0,1 V.

Nella *fig. 3* è riportato lo schema dei collegamenti che si devono effettuare per tale uso degli attenuatori.

Il provacircuiti a sostituzione offre inoltre il vantaggio di poter essere usato come ponte per la misura di resistenze da 10 Ω a 10 MΩ e per la misura di capacità da 100 pF a 1 µF, facendolo funzionare in unione con un semplice tester.

Inoltre è possibile misurare il rapporto tra due resistori, due condensatori o tra le spire di due avvolgimenti di un trasformatore con nucleo di ferro, oltreché misurare rapporti di trasformazione ele-

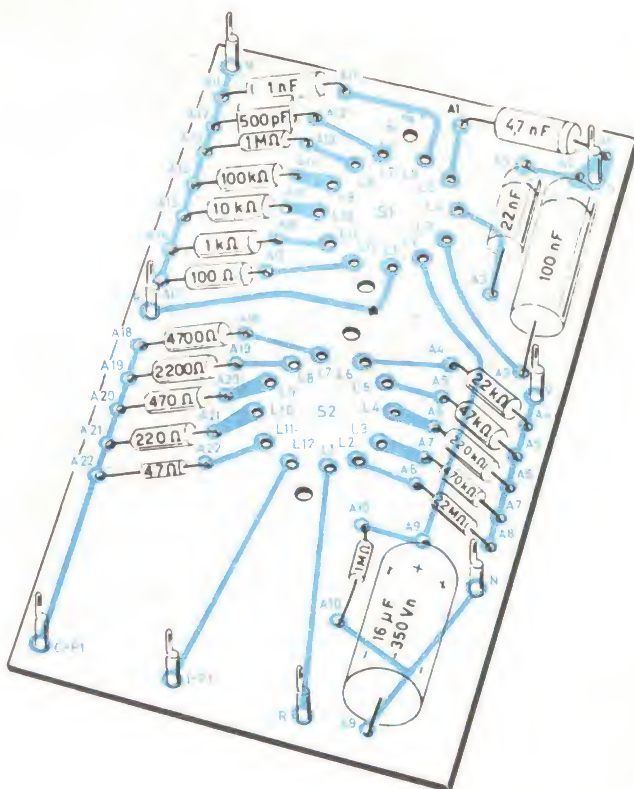



**Fig. 4 - Circuito stampato visto dal lato su cui si montano i componenti; in trasparenza si vedono le piste di rame presenti sulla facciata opposta.**

**Fig. 5 - Schema pratico completo del provacircuiti a sostituzione.**

vati come nei trasformatori d'uscita e, con sufficiente approssimazione, l'induttanza delle impedenze di filtro.

**Costruzione** - Il montaggio del provacircuiti a sostituzione che proponiamo è abbastanza semplice poiché si fa uso di un circuito stampato (*fig. 4*) sul quale si devono montare tutti i componenti e cioè i resistori, i condensatori nonché due speciali commutatori rotanti per circuiti stampati a 1 via e 11 posizioni (non illustrati nella *fig. 4*).

Dopo aver disposto i componenti sul circuito stampato, sulla parte opposta a quella su cui si trovano le piste di rame, occorre preparare il pannello e procedere al montaggio delle boccole, dell'interruttore e del potenziometro da 10 kΩ; quindi si effettuano i collegamenti fra questi componenti, come illustrato nello schema pratico di *fig. 5*.

Infine si eseguono i collegamenti fra il circuito stampato ed il pannello, come indicato sempre in *fig. 5*, e si sistema il complesso ormai montato in una custodia di legno o di plastica.

In ultimo si fissano apposite manopole a freccia sui comandi dei commutatori e del potenziometro. Con quest'ultima operazione ha termine la costruzione dello strumento, il quale dovrà presentarsi, a montaggio ultimato, come illustrato nella *fig. 2*. ★

*Il provacircuiti che abbiamo presentato fa parte del Corso Strumenti allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito, dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito).*

*I materiali necessari al montaggio del provacircuiti a sostituzione, con le relative istruzioni, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra (Via Stellone 5, Torino) e possono essere inviati in due pacchi separati al prezzo di L. 4.700 per pacco più spese postali, oppure in unico pacco per L. 8.900 complessive più spese postali. Lo strumento può inoltre essere fornito già montato al prezzo di L. 10.400 più spese di spedizione. È pure disponibile, al prezzo di L. 1.200 più spese postali, il contenitore in vinilpelle per lo strumento.*




**"Tre R7..., dieci C2..., cinque R10 da 2.200 Ω..., sei SCR1..."**



# FOTO-TIMER UK860

**L'UK860, è reperibile in scatola di montaggio e consente di costruire un foto-timer di facile uso e di funzionamento sicuro. Può essere utilizzato quale temporizzatore anche in campi diversi da quello fotografico, essendovi impiegato un relé, i cui contatti sopportano una corrente massima di 5 A.**

Il circuito relativo al foto-timer UK860 è stato progettato secondo concetti moderni, che consentono di eliminare alcuni difetti propri di altri dispositivi dello stesso genere, anche se di costo notevolmente superiore.

Ad esempio, l'impiego nel circuito di un tyristore (SCR), il cui gate è alimentato dalla scarica di un condensatore, evita quei fenomeni di scintillamento che frequentemente si manifestano quando un operatore tiene inavvertitamente premuto il pulsante dello starter.

Per fornire la necessaria tensione continua al circuito temporizzatore, si è utilizzato un alimentatore perfettamente stabilizzato, mentre i segnali vengono notevolmente amplificati da un circuito ad alto guadagno. Tutte queste particolarità fanno dell'UK860 un apparecchio di notevole classe.




**Fig. 1 - Schema elettrico del foto-timer UK860.**

## MATERIALE OCCORRENTE

(La scatola di montaggio HIGH-KIT della serie AMTRON è reperibile presso i distributori italiani della G.B.C.).

| | |
|---|---|
| R1, R2 | = resistori da 1 kΩ |
| R3 | = resistore da 2,2 MΩ |
| R4 | = resistore da 3,3 kΩ |
| R5 | = resistore da 470 kΩ |
| R6 | = resistore da 22 Ω |
| R7, R8 | = resistori da 2,7 kΩ |
| C1 | = condensatore da 0,22 µF |
| C2 | = condensatore elettrolitico da 100 µF |
| C3 | = condensatore elettrolitico da 1000 µF |
| D1, D2, D3 | = diodi 10D1 |
| SCR | = diodo controllato al silicio BStBO113 |
| Z1 | = diodo zener BZY94C11 opp. BZY88C11 |
| P1 | = potenziometro logaritmico da 0,47 MΩ |
| STARTER | = deviatore a pulsante |
| Tr1, Tr3 | = transistori BC107 |
| Tr2 | = transistore 2N1613 |
| Tr4 | = transistore AC187k oppure AC181k |
| T.A. | = trasformatore |
| C.S. | = circuito stampato |

1 contenitore (è consigliabile il tipo G.B.C. 00/0946-01, non fornito con la scatola di montaggio), manopola, dissipatore per AC187k, dissipatore per 2N1613, ancoraggio per transistore, pannello frontale, prolunga, relé, 2 interruttori, portafusibile, fusibile da 0,1 A, distanziatore per potenziometro, 2 distanziatori per interruttori, 2 distanziatori per pulsante, 4 ancoraggi per circuito stampato, 6 viti da 3 MA x 6, 9 dadi da 3 MA, trecciola nera (cm 30), filo nudo ∅ 0,8 (cm 25), 3 viti da 3 MA x 15, 1 confezione stagno e minuterie varie.

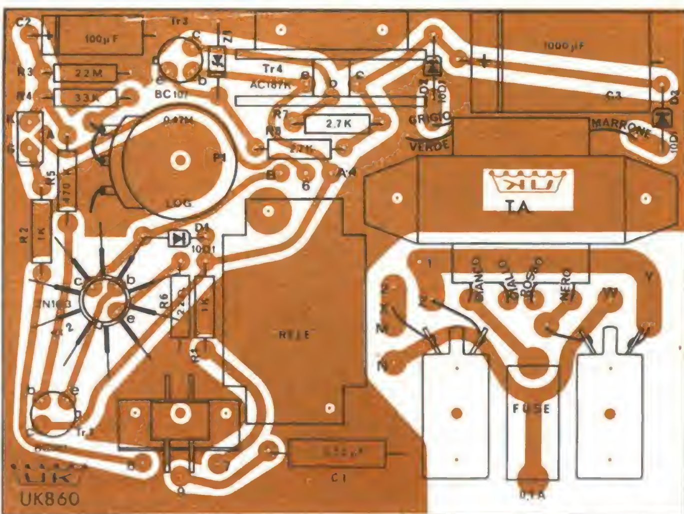



Fig. 2 - Serigrafia del circuito stampato vista dal lato su cui si monteranno i componenti.

È evidente, pertanto, che l'impiego dell'UK860 può essere esteso anche a campi molto diversi da quello fotografico cioè a tutti quei casi in cui sia necessario limitare la durata di un dato fenomeno ad un preciso intervallo di tempo.

I contatti del relé sono in grado di sopportare una corrente massima di 5 A, quindi possono essere collegati a carichi non induttivi dell'ordine di 1 kW.

Qualora si desideri operare con carichi maggiori, l'UK860 può essere utilizzato quale servorelé, in modo da pilotare indirettamente un relé di maggiore potenza.

**Descrizione del circuito elettrico** - Come si può rilevare dallo schema elettrico, illustrato nella *fig. 1,* l'UK860 è costituito essenzialmente da un circuito temporizzatore. Esso comanda un relé che provvede a chiudere, per un determinato tempo, il circuito di alimentazione che fa capo alla lampada dell'ingranditore fotografico.

L'interruttore è contrassegnato sulla mascherina dalla sigla LAMP e consente di accendere direttamente la lampada dell'ingranditore qualora non si desideri utilizzare il timer.

Il circuito di alimentazione è stato progettato in modo da erogare una tensione continua di 12 V perfettamente stabilizzata. Esso è costituito essenzialmente dal trasformatore di alimentazione TA, nel cui circuito primario sono inseriti: il fusibile da 0,1 A, l'interruttore del timer e l'uscita per alimentare direttamente la lampada tramite l'interruttore LAMP.

La tensione presente al secondario del trasformatore è raddrizzata in doppia onda mediante i diodi D2 e D3 del tipo 10D1, e quindi livellata dal condensatore elettrolitico C3 da 1000 µF.

Il diodo Zener BZY94C11 (Z1) mantiene costante la tensione di emettitore del transistore Tr3, del tipo BC107.

I due transistori Tr3 e Tr4 (questo ultimo del tipo AC187K oppure AC181K) costituiscono un classico circuito stabilizzatore. Se a causa del maggiore assorbimento, dovuto ad esempio alla chiusura del relé sul carico esterno, si avesse un abbassamento della tensione di uscita, questa verrebbe riportata automaticamente al valore iniziale.

Infatti, un abbassamento della tensione di uscita produce immediatamente la diminuzione della tensione polarizzatrice di base del transistore Tr3, a cui corrisponde la diminuzione della corrente che scorre nel suo collettore.

In queste condizioni, la tensione di collettore aumenta. Essendo quest'ultimo collegato direttamente alla base del transistore Tr4, si viene ad avere contemporaneamente un aumento della tensione base-emettitore, che contribuisce a riportare la tensione di uscita al suo valore normale.

Il funzionamento della sezione TIMER vera e propria è particolarmente efficiente, basandosi principalmente sull'impiego di un tyristore (SCR) del tipo BStBO113, seguito da due stadi amplificatori.

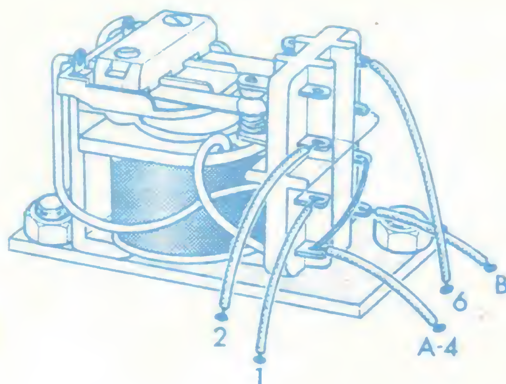



Fig. 3 - Preparazione del relé.

Quando lo STARTER, ossia l'interruttore a pulsante, si trova nella posizione di riposo, cioè con il terminale 7 collegato a C1, l'SCR rimane allo stato non conduttore, ma con l'anodo regolarmente alimentato.
In questa fase il condensatore C1 da 0,22 μF si carica, ricevendo la tensione di alimentazione, che proviene dal transistore Tr4 attraverso l'interruttore a pulsante.
Non appena si preme il pulsante dello starter, il gate è istantaneamente alimentato dalla scarica del condensatore C1, attraverso il resistore limitatore R2 da 1 kΩ; ciò è sufficiente a fare entrare in conduzione l'SCR. Infatti, affinché si verifichi la suddetta condizione, basta che il gate sia sottoposto ad un solo impulso.
Questa soluzione, come abbiamo già chiarito, evita che il gate sia alimentato con continuità qualora, per distrazione, l'operatore seguiti a tenere abbassato il pulsante dello starter, la cui azione in tal caso resta inefficiente.
L'SCR, entrando in conduzione, provvede a caricare il condensatore C2 da 100 μF ed a fornire la polarizzazione di base al transistore Tr1. I due transistori Tr1 e Tr2 costituiscono, come abbiamo detto, un amplificatore ad alto guadagno con accoppiamento diretto. Non appena la base di Tr1 viene polarizzata, TR2 entra in conduzione e provoca l'attrazione del relé. In questa posizione il relé chiude con i contatti 1 e 2 il circuito di rete che va ad alimentare la lampada dell'ingranditore, o comunque dell'apparecchio di carico.
In tal modo interrompe il circuito di alimentazione dell'SCR, che in precedenza era chiuso tra mite i contatti 6 e 4.
A partire da questo istante l'SCR cessa la conduzione, poiché il suo anodo non è più alimentato, e pertanto la base del transistore Tr1 viene alimentata esclusivamente dalla scarica del condensatore elettrolitico C2, da 100 μF, la cui costante di scarica dipende dal circuito RC, costituito dal condensatore stesso, dal resistore R4 da 3,3 kΩ e dal potenziometro logaritmico P1.
È evidente che questa costante può essere modificata alterando il valore di uno dei componenti interessati al circuito. Nel nostro caso, essa viene variata a piacere agendo sul potenziometro P1, il cui valore è stato scelto in modo che la scarica possa essere regolata da poco meno di 1 sec a poco più di 60 sec.
Quando C2 si è completamente scaricato, la base del transistore Tr1 ritorna a non essere polarizzata. La corrente di collettore del transistore Tr2 diminuisce e pertanto il relé si diseccita ritornando alla posizione di riposo. In questa posizione si interrompe la tensione di alimentazione dell'ingranditore e l'anodo dell'SCR viene nuovamente alimentato. Il timer si trova, quindi, nella condizione di ripetere un nuovo ciclo prestabilito. Il diodo D1 ha il solo compito di limitare i picchi di tensione ai capi della bobina di eccitazione del relé.

**Montaggio** - Il montaggio del foto-timer UK860 non presenta eccessiva difficoltà grazie alla riproduzione serigrafica del circuito stampato *fig. 2* ed ai diversi disegni esplosi, che illustrano chiaramente come debbano essere inseriti i componenti sul circuito stampato stesso ed il modo in cui vanno fissati fra loro i vari elementi.
Le varie fasi di montaggio dell'UK860 dovranno procedere come sotto indicato.

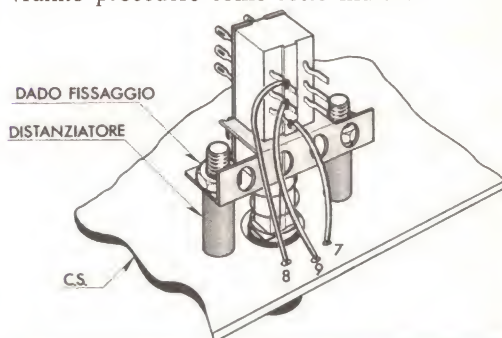



Fig. 4 - Fissaggio dello STARTER al circuito.

**Prima fase - Circuito stampato.**

● Infilare e saldare al circuito stampato i due pin (ancoraggi), sui quali dovrà essere saldato il cordone di alimentazione e i due pin, identici ai precedenti, relativi al cordone di uscita. Quest'ultimo sarà saldato a montaggio ultimato.

● Inserire e saldare al circuito stampato i terminali degli otto resistori, attenendosi alla riproduzione serigrafica, controllando accuratamente il valore di ciascuno di essi, in modo da evitare eventuali scambi di valore.

● Fissare e saldare il condensatore C1 da 0,22 μF.

● Fissare e saldare il condensatore elettrolitico C2 da 100 μF rispettando le polarità, come è indicato nella serigrafia.

● Preparare per il montaggio il potenziometro logaritmico P1 da 0,47 MΩ, collegando con uno spezzone di filo nudo il terminale centrale con il terminale di destra — visto dall'alto —, come indicato nella *figura 2*. Ai due terminali estremi del potenziometro saldare due spezzoni di filo di rame nudo, lunghi ciascuno 15 mm.

● Montare il potenziometro sul circuito stampato, in modo che i due suddetti spezzoni di filo nudo passino esattamente negli appositi fori. Fissare il potenziometro al circuito stampato mediante l'apposito dado esagonale.

● Saldare i due conduttori provenienti dal potenziometro al circuito stampato dopo averli accorciati alla giusta lunghezza.

● Montare e saldare i tre diodi 10D1, come indicato nella serigrafia, rispettando le relative polarità.

● Inserire e saldare il diodo Zener BZY 94C11.

● Montare sul circuito stampato il trasformatore di alimentazione, in modo che i tre conduttori che escono dal secondario si affaccino ai tre fori del circuito stampato ed i quattro conduttori del primario ai quattro fori dello stesso circuito.
Il fissaggio sarà effettuato mediante due viti da 3 MA x 6 con rispettivi dadi.

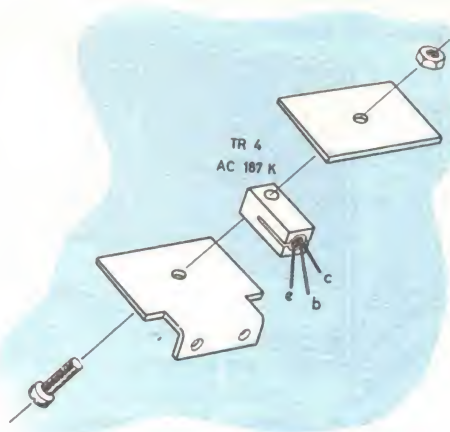



Fig. 5 - Montaggio del transistore TR4 nel dissipatore.

Guardando il trasformatore dall'alto e verso gli interruttori, i quattro conduttori del primario dovranno essere infilati negli appositi fori nel seguente ordine di colore: nero, rosso, giallo e bianco. Di questi quattro conduttori sono utilizzati soltanto i due relativi alla tensione da 220 V; gli altri due, isolati e saldati al circuito stampato, potranno essere impiegati qualora sia necessario alimentare il foto-timer con tensioni di 125 V o 160 V.

● Saldare i tre conduttori del secondario ed i quattro del primario nei rispettivi fori del circuito stampato.

● Inserire e saldare il condensatore elettrolitico C3 da 1000 μF, rispettandone la polarità.

● Inserire e saldare lo zoccolo portafusibile.

● Saldare all'interruttore TIMER due spezzoni di filo di rame nudo, lunghi 16 mm.

● Fissare l'interruttore TIMER al circuito stampato mediante l'apposito dado esagonale, e saldare i due spezzoni di filo nudo ai rispettivi ancoraggi.

● Saldare all'interruttore LAMP due spezzoni di filo nudo, lunghi ciascuno 20 mm.

● Fissare l'interruttore LAMP al circuito stampato mediante l'apposito dado esagonale e saldare i due spezzoni di filo nudo ai rispettivi ancoraggi.

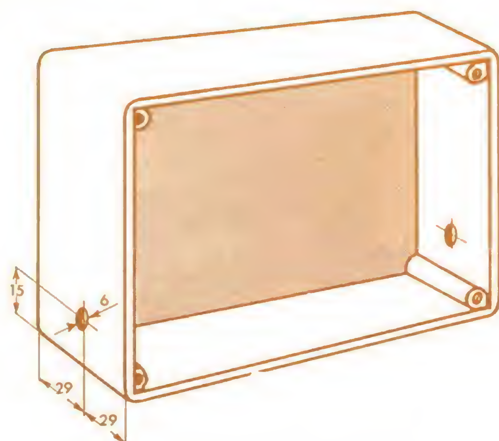



**Fig. 6 - Foratura del contenitore.**

● Preparare il relé per il montaggio, riferendosi alla *fig. 3.*

● Unire con filo di rame nudo il primo terminale in basso a sinistra, con il secondo terminale, partendo dal basso, a destra.

● Saldare due spezzoni di filo nudo, lunghi 12 mm ciascuno, ai primi due terminali, di destra e di sinistra, e che fanno capo ad A e B, come è mostrato nella figura.

● Saldare uno spezzone di filo isolato, della lunghezza di 35 mm, all'ultimo terminale di destra (che fa capo al n. 6) e due spezzoni, lunghi ciascuno 30 mm, al secondo ed al terzo terminale di sinistra (che fanno capo ai numeri 1 e 2 della figura).

● Fissare il relé al circuito stampato, mediante due viti da 3 MA x 6 con rispettivi dadi, avendo cura di far passare negli appositi fori i conduttori, dopo aver provveduto ad asportare dalla loro estremità libera un breve tratto di isolante per facilitarne la saldatura.

● Saldare al circuito stampato i conduttori provenienti dal relé, contrassegnati con le sigle 2, 1, A-4, 6, B nella *fig. 3.*

● Ai tre terminali di sinistra dell'interruttore a pulsante (STARTER) collegare tre spezzoni di filo isolato, aventi ciascuno la lunghezza di 30 mm, asportando un breve tratto del tubetto isolante all'estremità libera.

● Fissare lo starter al circuito stampato, come indicato nella *fig. 4,* mediante due

C.S. lato rame
Perno potenziometro
Dado fissaggio al C.S.
Distanziatore
Dado fissaggio mascherina
Pulsante
Interruttore
Manopola
Mascherina
Dado fissaggio al C.S.
Distanziatore
Ghiera

**Fig. 7 - Esploso di montaggio fra circuito stampato, pannello e componenti esterni**

| CARATTERISTICHE TECNICHE | |
|---|---|
| Alimentazione: | 220 V - 50 Hz |
| Corrente max relé: | 5 A |
| Transistori impiegati: | 2 - BC107 |
| | AC 187K (AC181K) |
| Diodi impiegati: | 3-10D1 |
| | BZY94C11 (Zener) |
| | BStBO113 (SCR) |

viti da 3MA x 15 e relativi distanziatori e dadi.

- Saldare i tre terminali dello STARTER.
- Montare uno alla volta i due transistori BC107, infilando i relativi terminali negli appositi fori e saldandoli. Fare la massima attenzione affinché i terminali di base, di collettore e di emettitore non si attorciglino fra loro ed evitare di invertirli.
- Saldare, dopo averli fatti passare attraverso gli appositi fori, i terminali del transistore 2N1613 al circuito stampato. Detti terminali dovranno essere protetti con tre spezzoni di tubetto isolante, lunghi ciascuno 6 mm, in modo che il corpo del transistore resti ad una certa distanza dalla cassetta del circuito stampato. Ciò è indispensabile affinché il dissipatore termico possa essere successivamente infilato sul transistore, senza che vada a contatto di altri componenti vicini.
- Saldare al circuito stampato i terminali relativi all'SCR, BStBO113, in modo che il suo corpo appoggi alla basetta del circuito stampato stesso.
- Inserire il transistore AC187K (oppure AC181K) nel relativo dissipatore, attenendosi a quanto illustrato nella *fig.* 5.
- Ricoprire con tre tubetti isolanti, lunghi ciascuno 10 mm, i tre terminali del transistore.
- Fissare il dissipatore termico al circuito stampato mediante due viti da 3MA x 6, con relativo dado, dopo aver infilato i tre terminali nei rispettivi fori.
- Saldare al circuito i tre terminali del transistore AC187K (AC181K).
- Infilare sul transistore 2N1613 il dissipatore termico, in modo che le alette di raffreddamento vengano a trovarsi rivolte verso l'alto.
- Inserire nell'apposito zoccolo, montato precedentemente, il fusibile da 0,1 A.

**Seconda fase.**

- Come indicato nella *fig.* 6, eseguire due fori da 6 mm di diametro nelle pareti laterali del contenitore, per il quale è consigliabile usare il modello GBC 00/0946-01.
- Fissare il circuito stampato, dal lato delle piste di rame, alla mascherina, infilando i relativi distanziatori sul perno del potenziometro e sui perni degli interruttori TIMER e LAMP. I distanziatori dovranno ve-

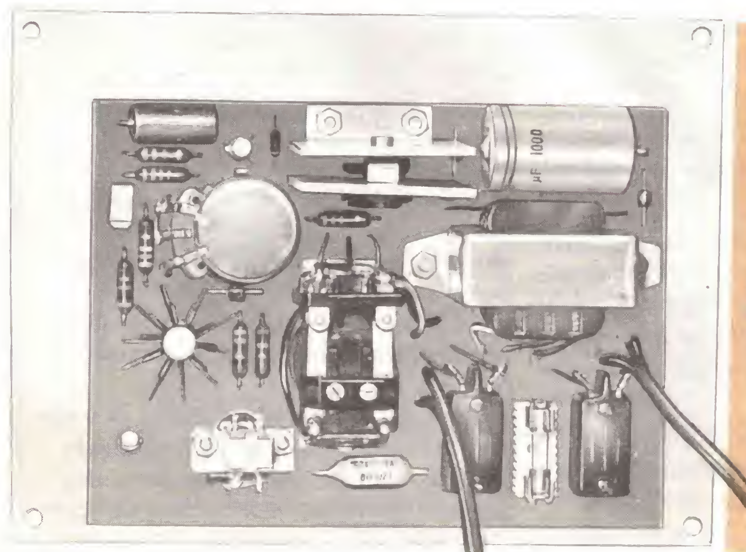



Fig. 8 - Aspetto del fototimer a montaggio ultimato.

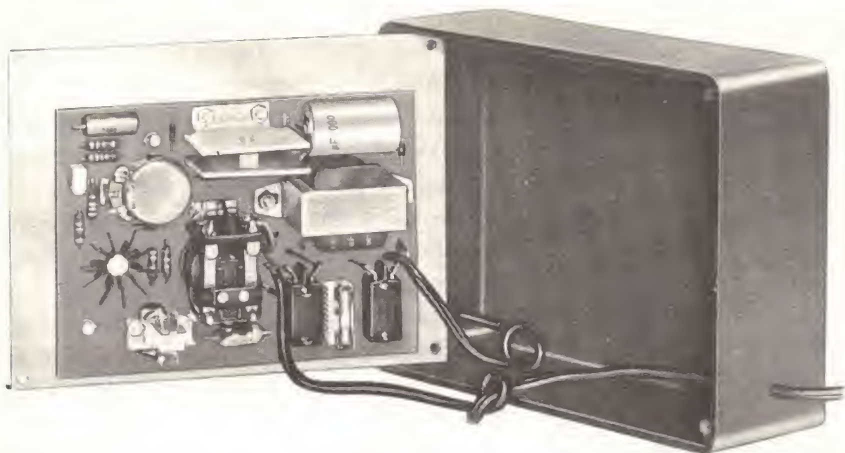


Fig. 9 - Altra vista del foto-timer a montaggio ultimato; si noti anche il contenitore adatto per rendere l'apparecchio più pratico ed anche di aspetto più professionale.

nirsi a trovare al di sopra dei dadi che sono serviti a fissare i suddetti tre componenti al circuito stampato, come indicato nell'esploso della *fig. 7*.

- Far penetrare i suddetti tre perni, unitamente al pulsante dello starter, negli appositi fori della mascherina.
- Avvitare e stringere il dado di fissaggio sul perno del potenziometro, rendendo solidali il circuito stampato e la mascherina.
- Infilare e stringere le due ghiere relative agli interruttori TIMER e LAMP. Durante le due precedenti operazioni, che hanno lo scopo di fissare il circuito stampato alla mascherina, occorre porre la massima attenzione affinché il pulsante possa scorrere liberamente, senza fare alcun attrito con i contorni del foro.
- Far passare il cordone di alimentazione nell'apposito foro del contenitore e saldarlo ai rispettivi ancoraggi sul circuito stampato.
- Introdurre il cordone di uscita nell'apposito foro del contenitore e saldarlo ai rispettivi ancoraggi sul circuito stampato.

Prima di effettuare la saldatura dei due cordoni, è opportuno fare loro un nodo, in modo che eventuali strappi non possano ripercuotersi sul circuito stampato.

- Fissare la mascherina al contenitore mediante le apposite quattro viti.
- Fissare provvisoriamente la manopola, in modo che l'indice corrisponda alla posizione di minimo del potenziometro, cioè sia completamente ruotato verso sinistra.

**Operazioni di messa a punto** - Terminate le suddette operazioni, il montaggio è da ritenersi ultimato, e deve apparire come illustrato nella *fig. 8* e nella *fig. 9*.
Dando tensione al foto-timer e collegando la lampada dell'ingranditore al cordone di uscita, si proverà in primo luogo che essa si accenda, chiudendo l'interruttore LAMP, portandolo cioè dalla posizione "escluso" (OFF) a quella "incluso" (ON). Dopo aver commutato l'interruttore LAMP su OFF ed aver portato l'interruttore TIMER nella posizione ON, si regolerà l'indice della manopola in modo da portarlo in una posizione poco lontana dal valore di partenza, cioè prossima allo zero. In queste condizioni premendo il pulsante STARTER la lampada dell'ingranditore si dovrà accendere per un periodo di tempo piuttosto breve, periodo che dovrà aumentare se si sposta la manopola in senso orario.
Se si realizzano le situazioni sopra illustrate, significa che il montaggio è stato eseguito in maniera regolare.
Si passerà, quindi, ad effettuare la messa a punto vera e propria del timer. Questa operazione è necessaria per il fatto che, pur avendo impiegato nel circuito componenti ad alta stabilità, un minimo scarto del valore

nominale, tanto del condensatore quanto dei resistori interessati a detto circuito, dà luogo ad una differenza di taratura fra esemplare ed esemplare. Ciò evidentemente impedisce che, unitamente ai componenti, possa essere fornita una scala dei tempi di tipo standard.

A titolo di esempio, nella *fig. 10* è visibile la scala relativa al prototipo dell'UK860.

Il procedimento che si deve seguire per effettuare la taratura del timer è molto semplice. Essa si deve fare di tanto in tanto in considerazione della elevata qualità dei componenti usati. Per portare a termine le prove nel migliore dei modi, occorre preparare un disco di comune carta da disegno, il cui diametro dovrà essere di poco superiore a quello della manopola. Asportata la manopola, il disco dovrà essere infilato nel perno del potenziometro, in modo che il centro del cerchio corrisponda esattamente a quello del perno. Affinché il disco resti fermo, lo si fisserà provvisoriamente alla mascherina con un poco di nastro adesivo, dopo di che si rimetterà al suo posto la manopola. Terminate le suddette fasi preliminari, si

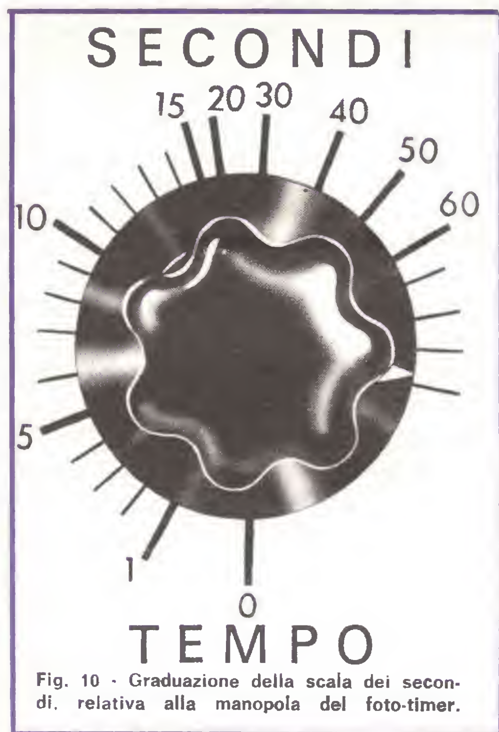


Fig. 10 - Graduazione della scala dei secondi. relativa alla manopola del foto-timer.

porterà l'indice della manopola nella posizione di zero. Sul disco si segnerà un trattino in corrispondenza dell'indice, scrivendovi accanto O. Successivamente, si porterà l'indice in una posizione distante pochi millimetri dalla precedente, ripetendo le prove fino a quando il relé resterà attratto per 1 sec. Si segnerà con un trattino l'intervallo corrispondente, scrivendovi accanto la cifra 1. Si passerà quindi a ricercare gli intervalli successivi aventi la durata di 2 sec, 3 sec e così via, segnando sempre con un trattino sul cerchio e di fianco il tempo corrispondente al valore ricercato.

Agendo in questo modo, e con un po' di pazienza, si potranno ottenere tutti gli intervalli compresi fra 1 sec e più di 60 sec.

Al fine di conseguire una perfetta taratura del timer, è consigliabile ripetere più volte le suddette operazioni. Naturalmente, le prove di cui sopra potranno essere eseguite inserendo in uscita una comune lampada da 220 V, anziché la lampada dell'ingranditore.

Quando si è certi che i tempi indicati sul quadrante corrispondano realmente agli intervalli di tempo effettivi, si toglierà dalla mascherina il disco di carta e se ne disegnerà uno più presentabile, avendo però la massima cura di rispettare nel modo più preciso possibile le indicazioni riportate sul disegno originale.

Naturalmente, si scriveranno i numeri corrispondenti ai valori principali, mentre i valori intermedi potranno essere contrassegnati soltanto da trattini.

Si segnerà, ad esempio, la posizione relativa ad 1 sec poi i trattini per 2 sec, 3 sec, 4 sec, al 5 sec si scriverà anche il valore proseguendo in questo modo fino a 15 sec. Dopo quest'ultimo valore è sufficiente segnare le cifre decimali e cioè 20 sec, 30 secondi, 40 sec, 50 sec, 60 sec.

Le cifre ed i trattini del quadrante potranno essere tracciati anche con inchiostro fosforescente, al fine di renderli visibili in piena oscurità.

Si fisserà, quindi, il nuovo quadrante sulla mascherina, mediante un fissatore qualsiasi. Il foto-timer sarà così pronto per essere impiegato.






# ANALIZZATORE ELETTRONICO

**Considerazioni generali** - L'evolversi dei circuiti elettronici e la richiesta di più rigorose prestazioni, hanno portato all'evoluzione anche degli strumenti di misura, in particolare degli analizzatori, ai quali si richiedono sensibilità e precisione sempre maggiori, e più vasto campo di applicazioni. Si costruirono perciò analizzatori di sensibilità e precisione elevatissima, ma non ancora in grado di soddisfare tutte le esigenze, in special modo per il loro uso limitato al campo delle tensioni a bassa frequenza e per l'impossibilità di misurare tensioni a radiofrequenza. Si passò perciò all'introduzione, nel campo degli strumenti, di tubi elettronici. Questa applicazione, non recente, ebbe grande sviluppo in seguito ai perfezionamenti sia dei tubi sia dei circuiti, che ne resero più stabile il funzionamento garantendo la taratura e la precisione dello strumento.

Nacquero così voltmetri elettronici molto perfetti, stabili, precisi, la cui applicazione si estese sempre più, tanto che questo strumento, una volta rarissimo e di costo elevato, è oggi sempre più diffuso ed indispensabile.

Più che voltmetro elettronico, com'era detto in origine, si è giunti a chiamarlo analizzatore elettronico, in quanto serve pure da ohmmetro e spesso da capacimetro, nonché da voltmetro per qualsiasi tipo di tensione continua o alternata, di bassa od alta frequenza, di qualsiasi valore sinusoidale o non sinusoidale.

**Principi di funzionamento** - Prima di analizzare praticamente il voltmetro elettronico, è bene vedere come si sono evoluti i circuiti attuali usati sia per correnti continue sia per alternate, nonché come ohmmetri e capacimetri.

*MISURE DI TENSIONE IN C.C.*

Con l'applicazione dei tubi elettronici, i valori delle letture sono funzioni delle caratteristiche del tubo stesso e precisamente delle caratteristiche di griglia. Infatti, considerando lo schema di principio della *fig. 1,* si nota che in assenza della tensione di griglia, la conduzione del tubo è tale che il milliamperometro posto nel circuito anodico segnerà una corrente che dipende sia dal tubo usato sia dalla tensione di alimentazione anodica.

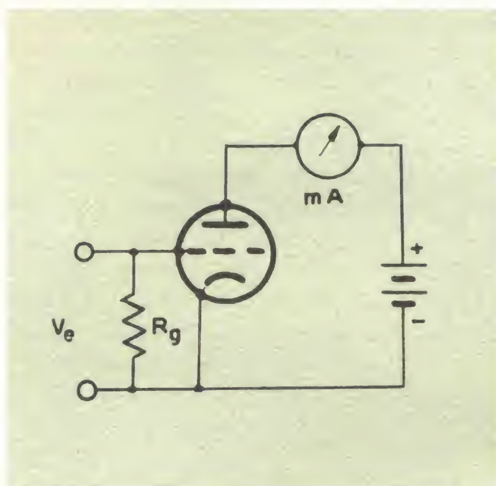



Fig. 1 - Schema di principio del voltmetro elettronico.

Applicando tensioni negative via via crescenti al circuito di griglia, la corrente anodica scenderà a valori sempre più bassi sino a giungere all'interdizione, ossia verrà percorsa tutta la caratteristica mutua del tubo per una data tensione anodica.

Lo strumento potrà quindi essere direttamente tarato per corrispondenti valori di tensione, che seguiranno una legge di variazione corrispondente alla caratteristica del tubo. L'impedenza di entrata dipenderà dalla Rg, giacché applicando tensioni negative non vi è assorbimento da parte della griglia. Questo però non è vero in senso assoluto in quanto, anche con griglia negativa, esiste sempre una piccolissima corrente in senso inverso alla corrente elettronica principale.

Concorrono alla formazione di tale corrente inversa la corrente di lancio e l'emissione di elettroni da parte della griglia stessa. È quindi opportuno scegliere tipi di tubi in cui tale corrente sia debole il più possibile.

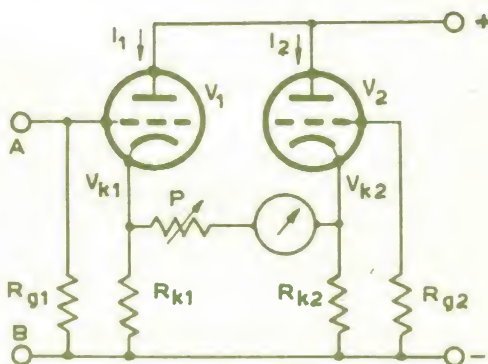
Seguendo questo principio e apportando le opportune modifiche si è giunti al circuito a ponte; in tale circuito il tubo elettronico, che lavora in condizioni statiche (cioè la griglia è alimentata da tensione continua), si comporta come un resistore variabile, il cui valore può essere variato semplicemente agendo sulla polarizzazione di griglia.

Attraverso questo concetto si è potuto progettare un circuito di principio di voltmetri elettronici per misure di tensioni continue (*fig. 2*). Tale circuito è costituito da due triodi eguali, le cui griglie sono polarizzate attraverso due resistenze pure eguali, di valore alquanto elevato; tra i due catodi è disposto lo strumento di misura con un resistore variabile in serie; la regolazione di tale resistore servirà per la taratura del voltmetro.

Applicando una tensione anodica fra i morsetti + e — si avrà nel tubo $V_1$ un passaggio di corrente $I_1$, che determinerà ai capi di $R_{k1}$ la tensione di polarizzazione $V_{k1}$. Altrettanto accadrà per il tubo $V_2$ che, data la particolare simmetria del circuito, lavora nelle stesse condizioni di $V_1$; quindi risulteranno eguali sia $I_1$ ed $I_2$, sia le tensioni di catodo.

In questo caso lo strumento collegato fra i due catodi alla stessa tensione rispetto a massa non segnerà passaggio di corrente. Se viene applicata una sorgente di tensione continua fra i punti A e B, viene a variare la polarizzazione di $V_1$ e quindi, il valore di $I_1$. Se il punto A è negativo, la corrente nel tubo è diminuita mentre per il tubo $V_2$ non si è verificata alcuna alterazione. I catodi dei due tubi perciò non risulteranno più allo stesso potenziale e lo strumento indicherà un valore che dipende dalla differenza di potenziale esistente fra i due catodi. Poiché il catodo di $V_2$ è a potenziale maggiore di $V_1$, la corrente fluirà nello strumento nel senso che va da $V_2$ a $V_1$. Tarando lo strumento a fondo scala è evidente che, applicando al punto A una tensione $V_N$ minore della tensione di taratura, lo strumento sarà in grado di definirla di-

Fig. 2 - Voltmetro elettronico per corrente continua.



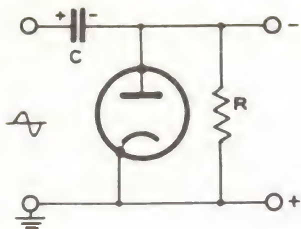


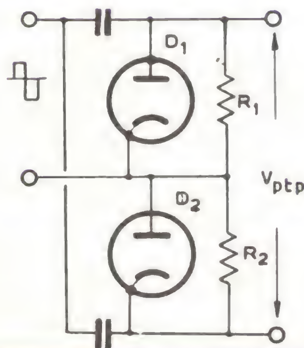
Fig. 3 - Schema di rivelazione a diodo.

rettamente sulla sua scala. Lo strumento così descritto misura tensioni negative, però lo stesso ragionamento si può fare se si applica al punto A una tensione positiva; occorrerà solo invertire le polarità allo strumento.
In pratica lo schema descritto viene ancora modificato per eliminare alcuni difetti dovuti sia ai tubi, non perfettamente identici, sia ai resistori che non hanno mai lo stesso valore reale; inoltre occorre che i tubi si trovino a lavorare in un punto della caratteristica rettilinea perché sia valida la taratura con tensioni sia positive sia negative. Per ottenere diverse portate, un sistema assai usato per la sua semplicità consiste nell'inserire un partitore resistivo all'ingresso del tubo in modo da ridurre la tensione da misurare a valori compresi nel campo di funzionamento del tubo.

*MISURE DI TENSIONE IN C.A.*

Il principio di funzionamento è basato sulla rivelazione o raddrizzamento della tensione alternata da misurare ottenendo così una tensione continua misurabile con strumenti in c.c. La rivelazione di una tensione alternata può essere effettuata con un diodo o con un triodo che lavori in particolari condizioni. Il sistema più usato è quello che impiega il diodo (*fig. 3*) il cui funzionamento è facilmente intuibile. Applicata la tensione alternata da misurare, si osserva che durante le semionde positive il diodo conduce, caricando il condensatore, mentre non conduce durante le semionde negative e C si scarica su R, provocando ai suoi capi una tensione continua negativa rispetto a massa. Questa tensione è quella applicata al circuito dell'analizzatore elettronico funzionante in c.c. Occorre che C e R abbiano un valore tale che il loro prodotto risulti grande rispetto al periodo della tensione da misurare, per cui si possa ritenere in pratica che il condensatore sia costantemente caricato al valor massimo della semionda positiva.

Fig. 4 - Voltmetro elettronico da picco a picco.



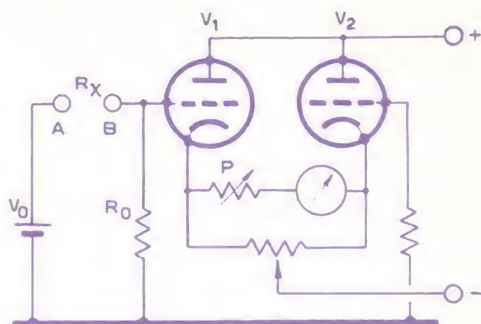



Fig. 5 - Schema di ohmmetro elettronico.

Tale strumento misura il valor massimo di una tensione alternata anziché il valore efficace, che tuttavia è facilmente ottenibile, applicando al voltmetro per c.c.. solo il 70,7% della tensione. Tale riduzione si realizza con un partitore che riduca nel rapporto di 1,41 : 1, essendo questo il rapporto fra $V_{max}$ e $V_{eff}$.
Il circuito esaminato, cosiddetto in parallelo, presenta alcuni vantaggi, quali la presenza del condensatore C che blocca il passaggio alle correnti continue, per cui lo strumento misura solo la componente alternata applicata ai suoi morsetti. Ciò è di grande importanza nei circuiti radio dove la tensione alternata da misurare è sovrapposta ad una tensione continua. Inoltre il catodo del diodo è direttamente connesso a massa, il che è un grande vantaggio specialmente per la RF, in quanto si evitano le noie della capacità fra catodo e filamento.

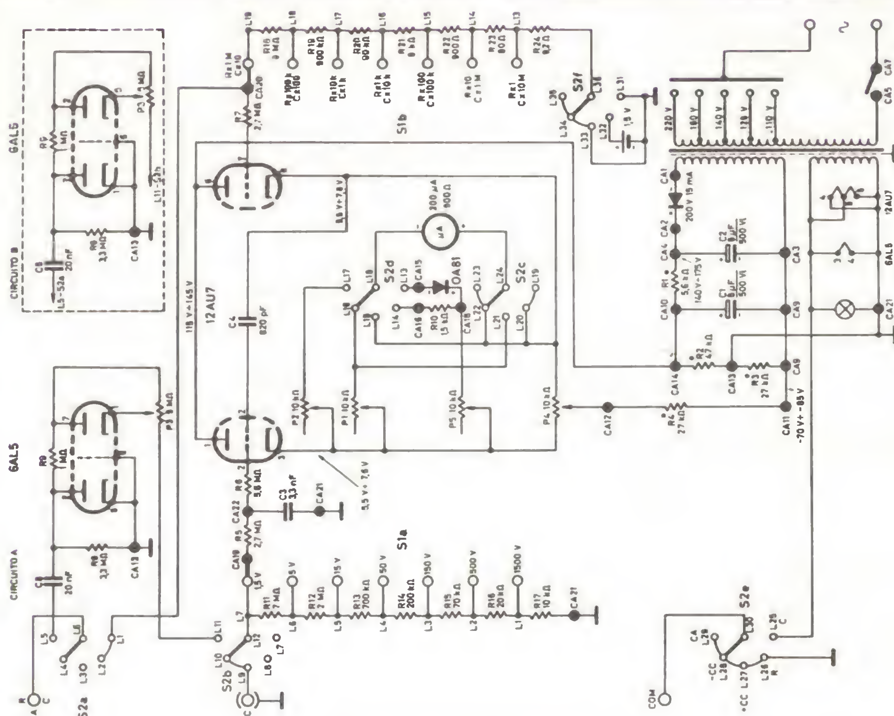



Fig. 6 - Schema dell'analizzatore elettronico.

## MATERIALE OCCORRENTE

1 cambiatensione rotondo
1 commutatore da pannello rotante 6 vie - 5 posizioni, gambo mm 16 con un dado
1 commutatore da pannello rotante 2 vie - 7 posizioni, gambo mm 16 con dado
1 condensatore ceramico da 3,3 nF - 300 VI opp. 500 VI
1 condensatore a carta da 20 nF - 3.000 Vp, toll. ±20%
2 condensatori elettrolitici da 8 µF - 500 VI
1 condensatore ceramico da 3.300 pF - 300 VI opp. 500 VI, toll. +40% — 20%
1 condensatore ceramico da 820 pF - 300 VI opp. 500 VI, toll. +40% — 20%
2 diodi al germanio OA81 o tipi equivalenti
1 interruttore da pannello semplice, unipolare, a pallina
2 potenziometri a filo da 10 kΩ, taglio gambo 22 mm, con due dadi
1 potenziometro a grafite lineare da 5 MΩ, senza interruttore, gambo 22 mm con taglio, con un dado ed una rondella
2 potenziometri a filo lineari da 10 kΩ, con due dadi ed una rondella, gambo 16,5 mm
1 pila da 1,5 V tubolare
1 pannello dell'analizzatore elettronico, in alluminio
2 resistori ad impasto da 2,7 MΩ - 1/2 W, toll. ±10% opp. ±20%
2 resistori ad impasto da 1 MΩ - 1/2 W, toll. ±10% opp. ±20%
2 resistori ad impasto da 3,3 MΩ - 1/2 W, toll. ±10% opp. ±20%
1 resistore a strato da 10 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 20 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 70 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 200 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 700 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a filo da 9,2 Ω - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 2 MΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 7 MΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 9 MΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 9 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 90 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 900 kΩ - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 90 Ω - 1/2 W, toll. ±1%
1 resistore a strato da 900 Ω - 1/2 W, toll. ±1%
2 resistori ad impasto da 27 kΩ - 1 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 5,6 kΩ - 1 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 47 kΩ - 1 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 5,6 MΩ - 1/2 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 1,5 kΩ - 1/2 W, toll. ±10%
1 raddrizzatore al selenio da 200 V - 15 mA
1 scatola per analizzatore elettronico con maniglia
1 strumento da 200 µA - 500 Ω
1 trasformatore di alimentazione per l'analizzatore elettronico
1 telaio per l'analizzatore elettronico
1 valvola ECC82 (= 12AU7)
1 valvola 6AL5 (= EAA91 = EB91)
2 puntali

Basette di ancoraggio, zoccoli, viti, dadi, filo per collegamenti, distanziatori, filo autosaldante, manopole, spia, prese, capicorda isolati, filo di rame stagnato, boccole isolate, coccodrilli e minuterie meccaniche varie.

La massima tensione alternata misurabile è limitata dalla tensione massima sopportabile dal diodo. Questo sistema di misura è valido sino a che la forma d'onda della tensione da misurare è sinusoidale; ma nelle forme d'onda più svariate, di brevissima durata (impulsi, onde quadre, ecc.) tale misura non ha praticamente più senso e si deve ricorrere a voltmetri a valor massimo o da picco a picco.

### *MISURE DI TENSIONE RF*

Il principio di funzionamento è lo stesso già visto per la misura di tensioni alternate in quanto si sfrutta il medesimo principio del

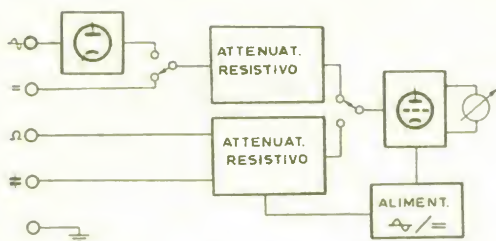



**Fig. 7 - Schema a blocchi dell'analizzatore elettronico.**

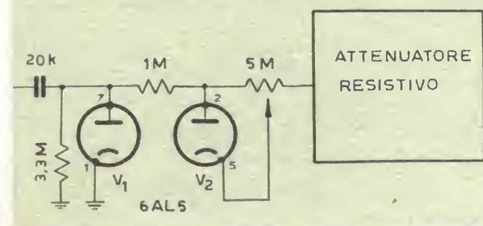
diodo. Succede spesso, specialmente per circuiti TV, di avere forme d'onda le cui semionde positive e negative non hanno eguale ampiezza. In questo caso occorre disporre di due diodi (uno per i valori di picco positivo, l'altro per i valori di picco negativo) alla cui uscita è presente la tensione continua somma dei due picchi.

Dallo schema della *fig. 4* si vede chiaramente che D1 conduce durante le semionde positive e D2 in quelle negative, stabilendo rispettivamente ai capi di R1 e R2 una tensione che si sommerà ai capi dei morsetti di uscita. In pratica si usano generalmente diodi al germanio, i quali non necessitano di accensione per il filamento, hanno una corrente residua nulla e, per le loro dimensioni, possono essere agevolmente sistemati in una sonda; hanno però un limite pari a circa un centinaio di volt picco a picco, mentre per tensioni superiori occorrono tubi speciali ad emissione.

*OHMMETRO ELETTRONICO*

Il funzionamento dell'ohmmetro elettronico si basa sullo stesso principio dell'ohmmetro comune, cioè sul confronto del resistore da misurare con un resistore campione. Anziché misurare la corrente che scorre nel circuito, si misura la tensione che si stabilisce ai capi del resistore campione. Dalla *fig. 5* si può osservare che con $R_x$ infinitamente grande (ossia

**Fig. 8 · Rivelazione della tensione alternata.**




con i morsetti isolati) la tensione ai capi della $R_0$ è nulla e l'indice permane sullo zero. Se A e B sono connessi assieme, la resistenza $R_X$ diventa trascurabile e l'indice sarà a fondo scala. La realizzazione è possibile in quanto la corrente assorbita dal voltmetro a cui è collegato il circuito ohmmetrico è nulla o trascurabile rispetto a quella che scorre in $R_0$; in altre parole la resistenza interna del voltmetro è molto grande. Secondo questo schema è molto facile cambiare scala, in quanto basta cambiare valore di $R_0$.

Un altro vantaggio è quello di poter usare resistori campione con valori molto elevati, cosicché è facile raggiungere valori di $R_0$ del-

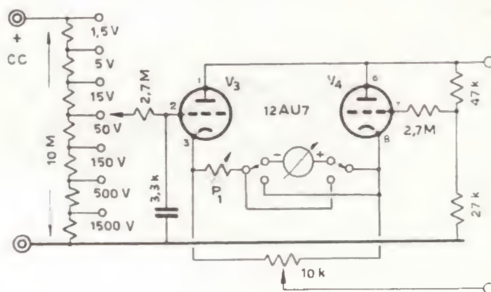



**Fig. 9 · Realizzazione per corrente continua.**

l'ordine di alcuni megaohm estendendo il campo di misura a parecchie centinaia di megaohm.

**L'analizzatore elettronico** - L'analizzatore elettronico è costituito da varie parti, aventi ciascuna una funzione diversa, come abbiamo visto. In pratica gli analizzatori elettronici non sono semplici voltmetri, ma devono servire per la misura di tutte le tensioni presenti nei normali circuiti elettronici, cioè tensioni continue ed alternate variabili da frazioni di volt a centinaia di volt con frequenze che vanno da pochi hertz a parecchi megahertz.

I circuiti diventano di conseguenza più complessi, in quanto con la semplice manovra di commutatori si dovrà poter predisporre lo strumento per i vari tipi di misure. Un tipico esempio di analizzatore elettronico è quello riportato nella *fig. 6* ed è appunto l'analizzatore che proponiamo. L'alimentazione è realizzata con un semplice trasformatore dal quale è prelevata la tensione anodica di alimentazione ricavata per mezzo di un raddrizzatore al selenio e opportunamente filtrata.

Il circuito è quello a ponte ed i due triodi sono costituiti dalle due sezioni di una 12AU7; la stabilità è quindi tale da non richiedere alcuna stabilizzazione particolare delle tensioni di alimentazione. Per ottenere portate più elevate si usano partitori resistivi; si può così giungere fino a 1500 V con resistenza costante di ingresso di 11 MΩ. Ogni variazione di polarizzazione della griglia si traduce in una variazione della corrente anodica, che produce un'alterazione all'equilibrio del ponte ai capi del quale è applicato lo strumento.
Il commutatore sul circuito catodico provvede ad invertire la polarità dello strumento stesso. Per le tensioni alternate è usato un doppio diodo tipo 6AL5 collegato in modo da raddrizzare le due semionde. La tensione viene applicata attraverso un'attenuazione disposta dopo il tubo raddrizzatore; le portate più elevate invece sono attenuate attraverso un partitore disposto prima del tubo 6AL5. Tramite un resistore variabile che fa parte del partitore di alimentazione si ricava la tensione per la misura ohmmetrica. Le scale sono tarate in valore efficace se si tratta di tensioni sinusoidali, ed in valore di picco a picco se si tratta di forme d'onda qualsiasi. Da notare come nelle posizioni di c.c., c.a., ed ohm vengano inseriti in serie allo strumento tre distinti potenziometri per effettuare la taratura delle scale.

## Realizzazione pratica di un analizzatore

Abbiamo già detto che l'analizzatore è costituito da un complesso di circuiti i quali permettono di eseguire tutte le misure che si rendono necessarie in un circuito elettronico.
Un insieme schematizzato a blocchi è quello della *fig. 7,* dal quale è abbastanza intuitiva la realizzazione del circuito stesso a seconda della misura che si intende eseguire.
Anche praticamente si dovrà realizzare circuito per circuito, per cui sarà bene seguire l'ordine dato nello schema a blocchi.

*REALIZZAZIONE PER C.A.*

La rivelazione della tensione alternata applicata sarà effettuata mediante un diodo V1 e compensata con V2; i diodi sono racchiusi nello stesso bulbo, e formano un unico tubo; è stato scelto il doppio diodo 6AL5 per le sue particolari caratteristiche di avere catodi separati, ed entrambi i diodi schermati onde rendere minimo l'accoppiamento capacitivo tra le due placche.
Il gruppo RC di rivelazione è costituito, come si può vedere nella *fig. 8,* dal condensatore da 20 kpF e dal resistore da 3,3 MΩ.
L'elevato valore del condensatore è necessario per rivelare anche frequenze alquanto basse, alle quali il condensatore stesso deve presentare bassa reattanza.
Dovrà inoltre sopportare tensioni elevate, in quanto ad esso viene applicata l'intera tensione da misurare.
La sezione diodo V2 serve, come già detto, per fornire la tensione equilibratrice, il cui valore viene regolato agendo in sede di taratura sul potenziometro da 5 MΩ.
Questo potenziometro e la resistenza fra le due placche servono a ridurre la tensione rivelata nel rapporto adatto per applicarla al partitore resistivo.

*REALIZZAZIONE PER C.C.*

Questo circuito è costituito dal triodo 12AU7, che presenta due sezioni nettamente distinte. Queste due sezioni, pur del tutto simili, non saranno mai perfettamente eguali, per cui viene immesso nel circuito un regolatore di zero il quale compensa le due resistenze catodiche facendo sì che la tensione dello strumento sia

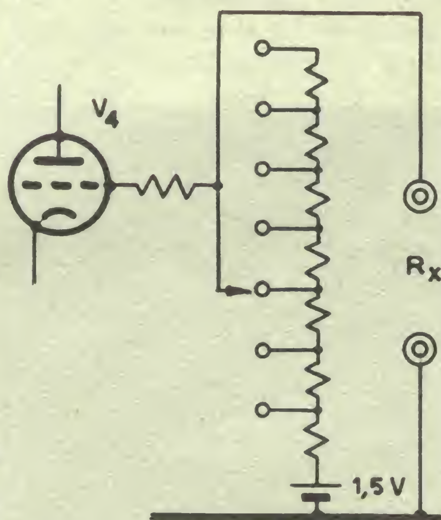


Fig. 10 - Schema dell'ohmmetro elettronico.

zero. Il potenziometro P1 della *fig. 9* si presenta sul pannello frontale ed è regolato di volta in volta.

Per misure di tensioni superiori a 1,5 V si usa un partitore multiplo formato da resistori per una resistenza totale di 10 MΩ; questi resistori debbono essere molto precisi e sono montati su un commutatore.

La resistenza sulla griglia da 2,7 MΩ ha lo scopo di proteggere il complesso da eventuali errori di misura e di formare, con il condensatore da 3,3 kpF, un filtro per eliminare l'eventuale radiofrequenza che, raggiungendo la griglia del tubo, potrebbe dar noie nelle misure. Pure lo strumento è inserito nel circuito attraverso un commutatore che ne inverte le letture di tensioni sia positive sia negative.

**Realizzazione dell'ohmmetro** - Lo schema dell'ohmmetro è quello della *fig. 10*.

La catena di resistori è costituita da resistore campione, necessari per ottenere le diverse portate. I valori di questi saranno, per ogni successiva portata, 10, 100, 1000, ecc.; da notare però che si dovrà tener conto della resistenza interna della pila che si trova in serie ai resistori campione: per questo il primo resistore non sarà da 10 Ω, ma solo da 9,2 Ω.

I resistori saranno montati su un commutatore, per cui sarà possibile variare le portate; ne risulteranno così letture di R x 1, R x 10, R x 100, fino a R x 1.000.000.

Il resistore da 2,7 M in serie alla griglia di V4 ha il solo scopo di limitare la corrente di

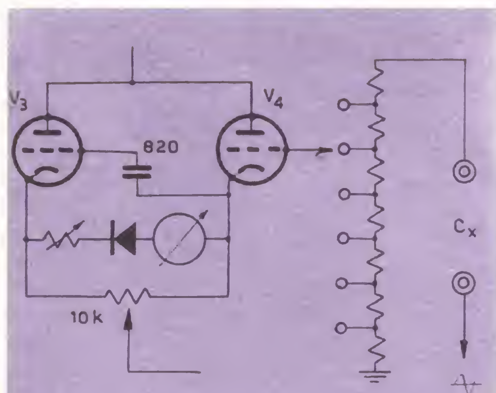


Fig. 11 - Schema elettrico del capacimetro.

griglia nel caso che la tensione applicata diventi positiva rispetto al catodo. L'alimentazione del circuito è fatta con una pila da 1,5 V.

**Realizzazione del capacimetro** - La realizzazione è effettuata secondo la *fig. 11*. Quali resistori campione per la misura di capacità

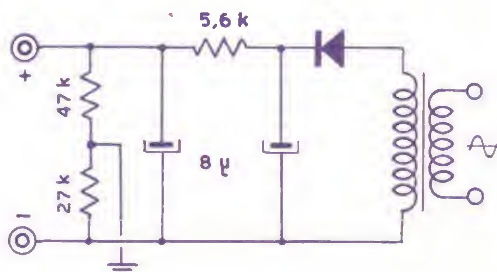


**Fig. 12 - Schema dell'alimentatore anodico.**

vengono usati gli stessi che servono per le misure ohmmetriche.

Si misura in questo modo la reattanza del condensatore, per cui risulterà invertito l'ordine della scala rispetto a quella ohmica, ossia nella più bassa portata ohmmetrica si avrà la massima capacità.

Come per l'ohmmetro, si hanno due regolazioni di azzeramento, all'inizio e al fondo scala.

Particolare interesse presenta il condensatore posto fra griglia e catodo dei due triodi; infatti prelevando le tensioni armoniche dal catodo di V4 ed applicandole alla griglia di V3, queste si annullano, eliminando così errori dovuti alle armoniche. Il suo valore è tale che per la frequenza fondamentale presenta una notevole reattanza; in questo modo la tensione a tale frequenza (50 Hz) non viene praticamente trasferita alla griglia.

Con tale accorgimento si ottiene uno strumento praticamente insensibile alle armoniche della rete, l'effetto delle quali è di portare errori in eccesso che possono essere non indifferenti.

L'alimentazione del circuito è fatta con tensione alternata ed è per questo che occorre introdurre un raddrizzatore affinché lo strumento possa misurare correnti alternate, quindi

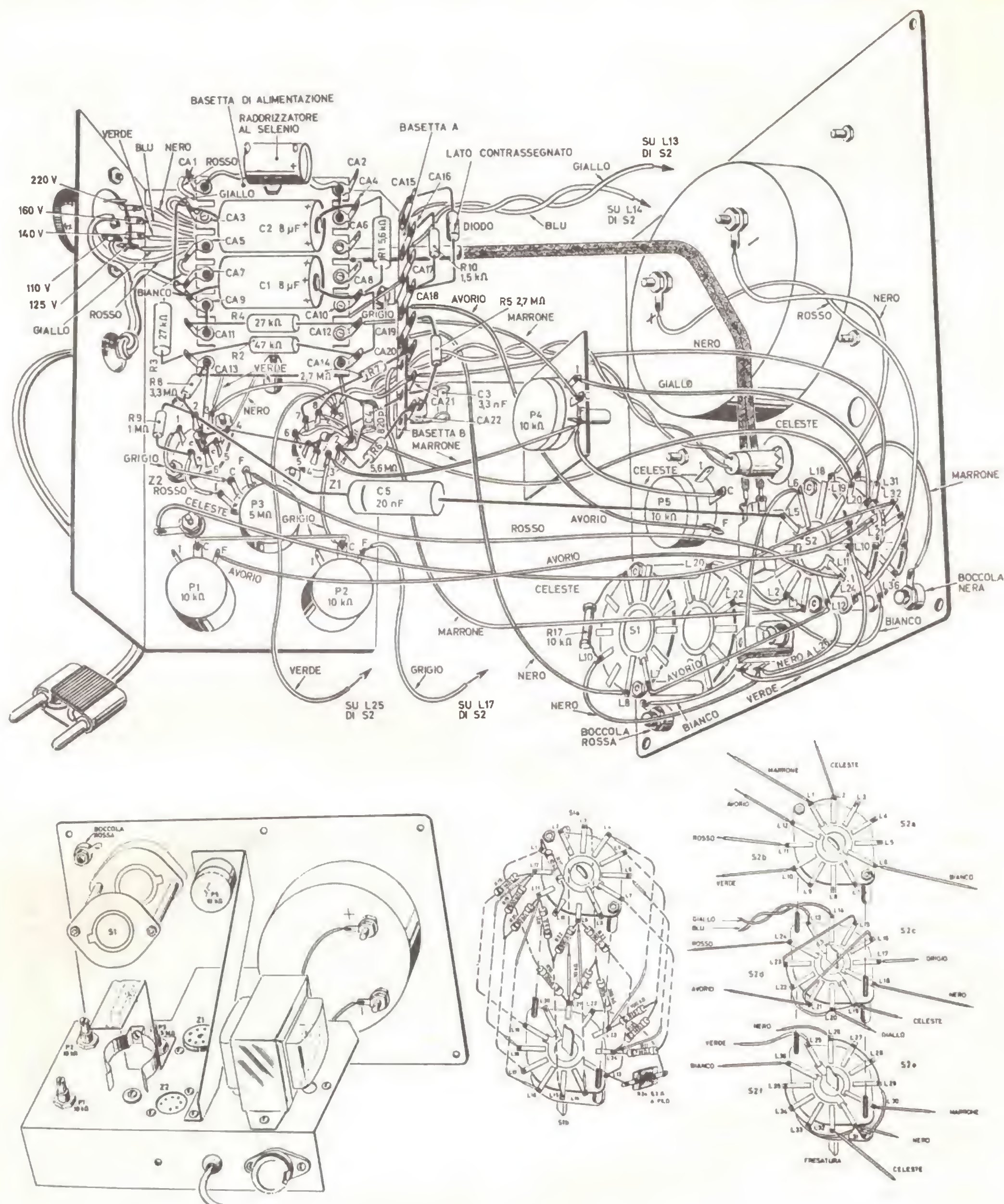



Fig. 13 - Disposizione pratica dei componenti necessari per il montaggio dell'analizzatore elettronico.

allo strumento si collegherà un diodo al germanio.

**L'alimentazione** - Data la piccola corrente assorbita dall'analizzatore elettronico, si utilizza un raddrizzatore al selenio il quale ha il vantaggio di non richiedere alcuna tensione di accensione e quindi permette di usare un piccolo trasformatore di alimentazione. Il filtro risulta molto semplice (*fig. 12*): infatti si può usare un resistore al posto dell'induttanza, essendo piccola la corrente che l'attraversa.

L'uso di questo resistore è vantaggioso non solo dal punto di vista economico, ma soprattutto perché evita campi magnetici e relative conseguenze. L'ottimo livellamento ottenuto consente di raddrizzare una sola semionda con semplificazione dello schema del raddrizzato-

re nonché dell'avvolgimento ad alta tensione del trasformatore di alimentazione.
Da rilevare che né l'estremo negativo né l'estremo positivo sono a massa, mentre è a massa il centro del partitore di tensione; si hanno così a disposizione una tensione positiva ed una negativa.

**La commutazione** - Affinché uno strumento sia di grande praticità occorre ridurre al minimo le operazioni di innesto dei puntali per adattarlo alle diverse portate ed alle diverse prestazioni. Nell'analizzatore descritto sono stati previsti due commutatori, uno per le diverse portate, l'altro per predisporre lo strumento per le misure di tensioni alternate, continue negative, continue positive, di resistenza e di capacità.
Per le diverse portate occorre inserire, come si è visto, i diversi resistori campione, quindi su un commutatore, che sarà a 2 vie e 7 posizioni, vanno sistemate le diverse catene.
Il secondo commutatore è a 6 vie e 5 posizioni, in quanto sono appunto 5 le funzioni dello strumento; esso collegherà le diverse parti del circuito dando così la possibilità di effettuare le diverse misure.
Questi commutatori dovranno essere montati in parte prima di essere collegati al pannello frontale dove saranno già stati sistemati i vari elementi.
Sul telaio sarà sistemata prima la parte alimentatrice e poi via via tutto il circuito, in quanto poche sono le resistenze da sistemare sui piedini delle valvole e la parte cui occorre porre la massima attenzione sono i commutatori.
Nella *fig. 13* si può osservare la disposizione dei vari componenti; il telaio è stato sistemato verticalmente, e su esso sono applicati il trasformatore con il circuito di alimentazione e le due valvole con i potenziometri per la taratura dello strumento.

**Conclusione** L'analizzatore che abbiamo presentato è uno strumento veramente completo, in quanto serve a controllare qualsiasi componente; le letture sono fatte su un ottimo strumento da 200 μA f.s. di grande formato le cui scale sono state ricavate con cura e con molta chiarezza.
Le misure di tensione in c.c. effettuate in sette portate vanno da 1,5 V a 1500 V con una impedenza di ingresso di 11 MΩ.
Le tensioni alternate, lette in V efficaci, sono suddivise in sei portate da 1,5 - 5 - 15 - 50 - 150 - 500 e così pure la misura di resistenze, che arriva sino a 1.000 MΩ partendo da 0,1 Ω.
Il campo delle misure di capacità è pure abbastanza vasto: da 10 pF per la prima portata a 2000 μF.
Inoltre lo strumento ha la possibilità di scala con zero centrale e di scala tarata in dB per − 10 e + 5.
Altro pregio di questo analizzatore è la possibilità di estendere con rivelatore esterno la gamma di frequenze per misure di RF fino a 250 MHz e con l'impiego di puntali per misure di tensioni da picco a picco sino a 30.000 V.
In contrapposto, le dimensioni sono relativamente piccole, avendo la possibilità di essere alimentato su tutte le tensioni di rete.
Vengono adoperati due tubi (12AU7 e 6AL5), due diodi al germanio ed un raddrizzatore al selenio. ★

# UN FILTRO ANTIROMBO E ANTIFRUSCIO

Molte volte negli impianti di amplificazione ad alta fedeltà si riscontrano "imperfezioni" nella riproduzione, che non sono causate né dall'amplificatore di potenza né tanto meno dal preamplificatore.

Quali sono queste "imperfezioni"?

1. Il ronzio.
2. Borbottii strani (in inglese "rumble") che deformano la riproduzione sonora quasi come una distorsione.
3. Fruscii vari.

Analizziamo più da vicino queste imperfezioni.

**Ronzio** Può essere causato da un filtraggio insufficiente sia della tensione di alimentazione dell'amplificatore di potenza, sia di quella del preamplificatore: in questo caso, qualche condensatore elettrolitico in più nelle cellule di filtraggio degli alimentatori migliorerebbe la riproduzione.

Altre fonti di ronzio possono essere i campi dispersi del trasformatore di alimentazione che "investono" qualche componente o qualche parte del circuito od addirittura la capsula del fonorivelatore, specialmente se questo è di tipo magnetico. In questo caso, basterà o allontanare da questi componenti il trasformatore di alimentazione, oppure ruotarlo cercando di trovare una posizione tale che il suo flusso disperso risulti minimo nella direzione di questi componenti.

**Borbottii** Questi, generalmente, sono causati dal motore del giradischi o dagli organi ad esso connessi, come pulegge ed elementi di trasmissione. Tali organi, essendo in movimento, possono far vibrare il piatto portadischi e questa vibrazione può essere captata dal fonorivelatore.

Questo inconveniente può essere provocato anche da un'eventuale risonanza meccanica del braccio del fonorivelatore.

La frequenza di questi "borbottii" si aggira all'incirca sui 20 Hz; la loro eliminazione è possibile effettuando un "taglio" molto ripido della banda passante del sistema di amplificazione in corrispondenza di queste frequenze.

Ma non è possibile effettuare un simile taglio agendo sul normale controllo di tono delle note basse, in quanto, in questo caso, si attenuerebbero anche le frequenze dagli 800 Hz in giù, peggiorando notevolmente la risposta ai bassi di tutto il sistema di amplificazione.

Con il filtro descritto in questo articolo si riesce invece ad attenuare, ed in qualche caso ad eliminare, il suddetto "borbottio" senza ridurre la risposta dei segnali con frequenza al di sotto degli 800 Hz.

**Fruscio** Questo fenomeno in genere si riscontra quando si vogliono riprodurre dischi costruiti con tecniche superate o dischi vecchi (a 78 giri) e con il solco danneggiato. Altra causa può essere una testina con puntina consumata o scheggiata.

Il fruscio si nota pure nella riproduzione di nastri magnetici registrati a bassa velocità e nella ricezione radio, specialmente sulle onde medie e corte (modulazione di ampiezza).

Anche il fruscio non è possibile attenuarlo con il regolatore di tono per le note alte, in quanto, per ridurre notevolmente

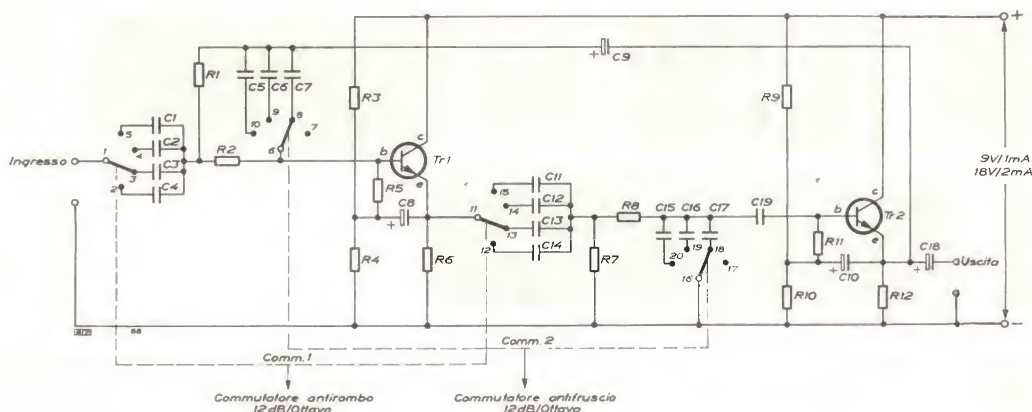



Fig. 1 - Schema elettrico del filtro antifruscio/antirombo.

**MATERIALE OCCORRENTE**

(reperibile presso i rivenditori autorizzati Philips-Elcoma)

TR1 = transistore BC 148 (A-B) oppure BC 108 (A-B)
TR2 = transistore BC 148 (A-B) oppure BC 108 (A-B)
C1 = condensatore in polietilene da 10.000 pF, ±20% (2222.342.44103)
C2 = condensatore in polietilene da 15.000 pF, ±20% (2222.342.44153)
C3 = condensatore in polietilene da 33.000 pF, ±20% (2222.342.44333)
C4 = condensatore in polietilene da 220.000 pF, ±20% (2222.342.44224)
C5 = condensatore ceramico a placchetta da 470 pF (2222.630.03471)
C6 = condensatore ceramico a placchetta da 270 pF (2222.630.03271)
C7 = condensatore ceramico a placchetta da 180 pF (2222.630.03181)
C8 = condensatore elettrolitico da 10 μF, 25 V (2222.002.16109)
C9 = condensatore elettrolitico da 10 μF, 25 V (2222.002.16109)
C10 = condensatore elettrolitico da 10 μF, 25 V (2222.002.16109)
C11 = condensatore in polietilene da 10.000 pF, ±20% (2222.342.44103)
C12 = condensatore in polietilene da 15.000 pF, ±20% (2222.342.44153)
C13 = condensatore in polietilene da 33.000 pF, ±20% (2222.342.44333)
C14 = condensatore in polietilene da 220.000 pF, ±20% (2222.342.44224)
C15 = condensatore ceramico a placchetta da 470 pF (2222.630.03471)
C16 = condensatore ceramico a placchetta da 270 pF (2222.630.03271)
C17 = condensatore ceramico a placchetta da 180 pF (2222.630.03181)
C18 = condensatore elettrolitico da 10 μF, 25 V (2222.002.16109)
C19 = condensatore in polietilene da 22.000 pF, ±20% (2222.342.44223)
R1 = resistore da 150 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33154)
R2 = resistore da 82 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33823)
R3 = resistore da 180 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33184)
R4 = resistore da 270 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33274)
R5 = resistore da 150 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33154)
R6 = resistore da 10 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33103)
R7 = resistore da 100 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33104)
R8 = resistore da 100 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33104)
R9 = resistore da 180 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33184)
R10 = resistore da 270 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33274)
R11 = resistore da 150 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33154)
R12 = resistore da 10 kΩ - 1/4 W, ±5% (2322.101.33103)

Piastra del circuito stampato, 2 commutatori rotanti a 2 vie e 4 posizioni, fili di collegamento, manopole, minuterie meccaniche e varie

NOTA - Le cifre poste fra parentesi, in corrispondenza dei vari materiali, indicano i numeri di codice dei componenti Philips-Elcoma usati per la costruzione del prototipo.

il contenuto delle frequenze di fruscio (solitamente superiori a 7 ÷ 10 kHz), si verrebbero a ridurre notevolmente anche tutte le frequenze superiori a 1 kHz (note alte).

In questo caso, l'impiego del filtro qui descritto permette di ottenere un "taglio" molto ripido in corrispondenza delle frequenze del fruscio, senza impoverire il contenuto delle note alte.

Nel filtro antirombo e antifruscio, il forte taglio (pendenza di circa 12 dB per ottava) sia delle frequenze elevate (fruscìo) sia delle frequenze basse (borbottio) è ottenuto impiegando due doppi circuiti di reazione negativa indipendenti, collegati fra due transistori funzionanti nel tipico circuito di "emitter-follower".

Questo filtro potrà essere inserito fra il preamplificatore e l'amplificatore di potenza, oppure direttamente tra il fonorivelatore ed il preamplificatore, nel caso che il fonorivelatore abbia un'uscita ad alta impedenza (fonorivelatori ceramici).

La distorsione armonica causata da questo filtro è inferiore allo 0,15% su tutta la

banda delle frequenze trasmesse (20 Hz - 20.000 Hz).

**Descrizione del circuito** I due transistori impiegati sono elettricamente collegati in modo da presentare un ingresso con impedenza elevata ed un'uscita con impedenza bassa (*fig. 1*). Inoltre, la tensione di ingresso del filtro è uguale alla tensione di uscita e, di conseguenza, l'amplificazione è uguale a 1. Queste condizioni sono valide per tutta la gamma delle frequenze trasmesse solo quando il commutatore si trova nella posizione "lineare" (curva 1-1' di *fig. 2*). In questa posizione, quindi, non si ha né amplificazione né attenuazione delle frequenze della banda. Quando invece il commutatore viene commutato nelle posizioni "antifruscio" (curve 2', 3', 4' di *fig. 2*) oppure "antirombo" (curve 2, 3, 4 di *fig. 2*), l'amplificazione nella zona centrale della banda è ancora uguale a 1, mentre l'attenuazione oltre i punti a — 3 dB aumenterà nella misura di 12 dB per ottava. Questa marcata attenuazione delle frequenze molto alte e di quelle molto basse, non interessando la porzione centrale delle frequenze trasmesse dal filtro, permetterà di ridurre od addirittura di eliminare tutti i fenomeni di fruscio ed i borbottii a cui abbiamo accennato in precedenza.
La tensione di alimentazione del filtro può andare dal valore di 9 V a quello di 18 V e dovrà essere collegata in corrispondenza dei punti indicati con + e — nello schema (*fig. 1*). L'assorbimento di corrente ammonta soltanto a 1 mA quando la tensione di alimentazione è di 9 V, ed a 2 mA quando la medesima ha il valore di 18 V. Per l'alimentazione del filtro possono essere impiegate batterie piatte da 4,5 V in numero da due a quattro, ovviamente collegate in serie, oppure l'alimentazione potrà essere prelevata dall'alimentatore del preamplificatore.

**Impedenza di ingresso del filtro** L'impedenza d'ingresso di questo filtro ha il valore di circa 680.000 Ω e, di conseguenza, per non avere un'apprezzabile at-

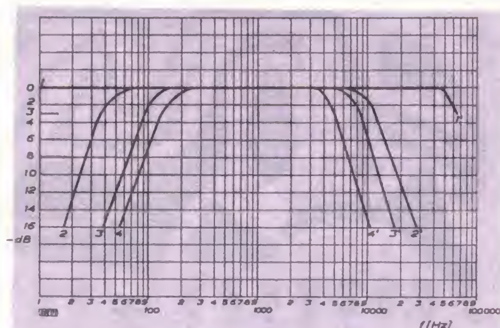


**Fig. 2 - Curve caratteristiche di risposta del filtro. A sinistra, sono indicate le curve di attenuazione antirombo; a destra quelle antifruscio.**

tenuazione del segnale, è necessario collegare il filtro ad apparecchiature (per esempio, preamplificatori) aventi un'impedenza di uscita non superiore a 500 kΩ, oppure a fonorivelatori a cristallo o ceramici, come già detto. Ovviamente, qualora si desideri un valore più basso dell'impedenza di ingresso del filtro, ciò sarà ottenuto collegando un resistore in parallelo all'ingresso del filtro medesimo. L'esatto valore in ohm di questo resistore (R), può essere calcolato impiegando la seguente formula:

$$R = \frac{680.000 \times Zi}{680.000 - Zi}$$

nella quale Zi è il valore desiderato dell'impedenza di ingresso del filtro.
Qui di seguito riportiamo alcuni valori (arrotondati) che deve assumere il resistore R da porre in parallelo all'ingresso del filtro, qualora si desiderino i seguenti valori di impedenza di ingresso:
per Zi = 330.000 Ω, R = 680.000 Ω
per Zi = 100.000 Ω, R = 150.000 Ω
per Zi = 47.000 Ω, R = 47.000 Ω
per Zi = 10.000 Ω, R = 10.000 Ω
Per i due ultimi valori si vede come la resistenza di ingresso del filtro dipenda esclusivamente dal valore del resistore posto in parallelo (R).

**Il commutatore antirombo** Per la selezione dei differenti valori di attenuazione del "rombo", in genere viene impiegato un commutatore a 2 vie e 4 posizioni. I contatti fissi (vie) di questo commutatore sono rispettivamente indicati nel-

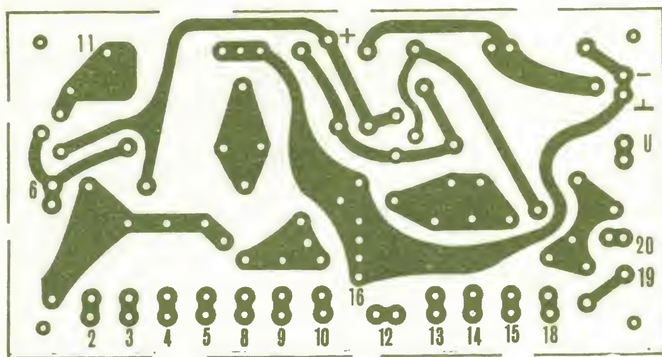



**Fig. 3 - Illustrazione del circuito stampato in grandezza naturale.**

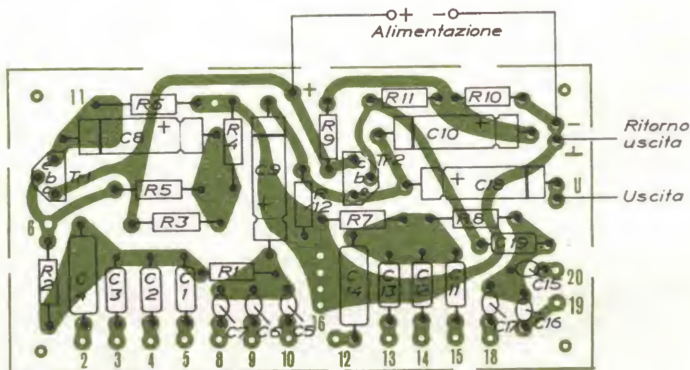



**Fig. 4 - Disposizione dei componenti del filtro sopra la piastrina del circuito stampato.**

lo schema con i numeri *1* e *11*, mentre i contatti mobili (posizioni) sono indicati rispettivamente con i numeri 2, 3, 4, 5 per il contatto fisso *1*, e con i numeri 12, 13, 14, 15 per il contatto fisso *11*. Il contatto fisso *1* è collegato all'ingresso del filtro, mentre il contatto fisso *11* è collegato all'emettitore del transistore TR1, montato in un circuito emitter-follower. Il conduttore collegato al contatto fisso *1* del commutatore dovrà essere ovviamente schermato e lo schermo dovrà essere collegato su un punto di massa del circuito stampato (punto 16 della *fig. 3*).

Se la tensione di alimentazione è di 18 V, il valore massimo del segnale da applicare all'ingresso sarà di 5 V, mentre per una tensione di alimentazione di 9 V, il massimo valore della tensione applicata all'ingresso sarà di 2,5 V.

I valori di attenuazione ottenibili nelle quattro posizioni del commutatore "antirombo" sono i seguenti (parte sinistra della curva di *fig. 2*):

Posizione 1: collegamento di *1* con 2 e di *11* con 12 = nessuna attenuazione (condizione di linearità, curva 1 - 1').

Posizione 2: collegamento di *1* con 3 e di *11* con 13 = attenuazione di 3 dB in corrispondenza di 35 Hz (curva 2 di *fig. 2*).

Posizione 3: collegamento di *1* con 4 e di *11* con 14 = attenuazione di 3 dB a 90 Hz (curva 3 di *fig. 2*).

Posizione 4: collegamento di *1* con 5 e di *11* con 15 = attenuazione di 3 dB a 120 Hz (curva 4 di *fig. 2*).

Naturalmente, la successione di queste quattro posizioni può essere invertita, nel qual caso però dovranno essere mantenute le interconnessioni caratteristiche di ciascuna posizione.

È parimenti evidente che, volendo usare una sola posizione e cioè un solo valore di attenuazione, il commutatore può essere eliminato; in questo caso, il cavo schermato di ingresso viene collegato direttamente ad uno dei terminali scelti (2, oppure 3, oppure 4, oppure 5) mentre il punto *11* sarà collegato al corrispondente terminale (per esempio, al 12 se prima era stato scelto il terminale 2, e così via).

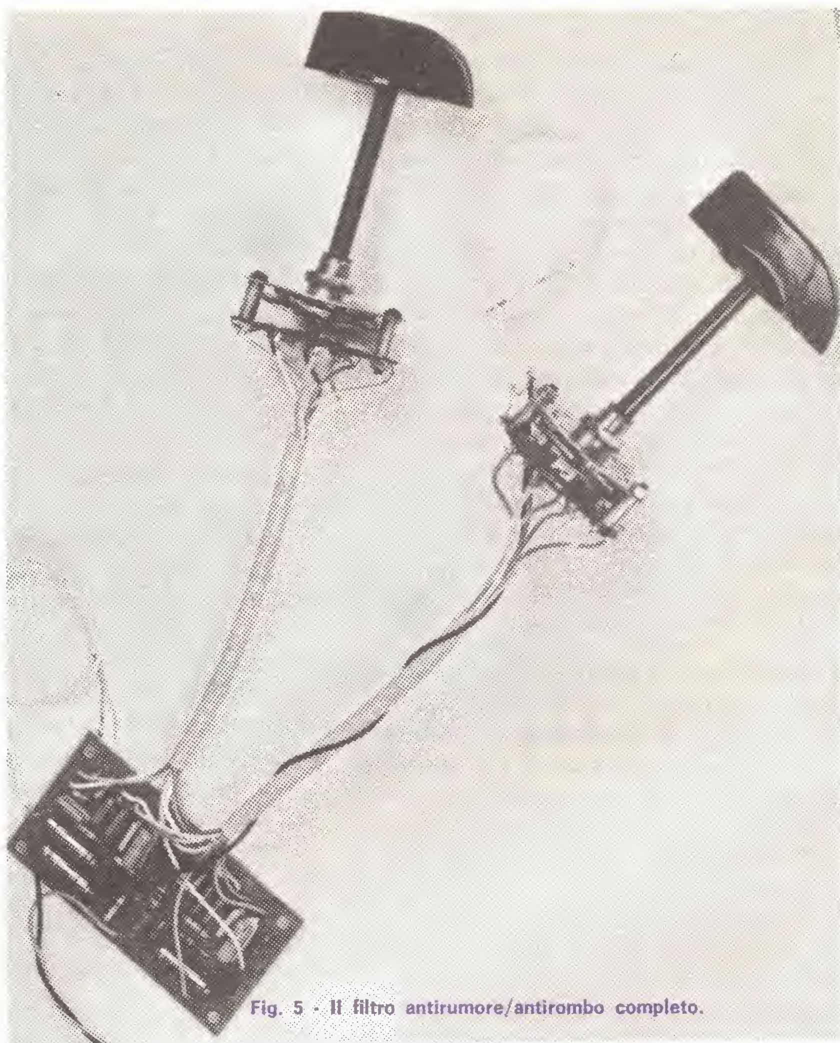
Per apparecchiature stereo, i filtri da

impiegare saranno due e, precisamente, uno dovrà essere inserito nel canale sinistro e l'altro nel canale destro. Siccome però in questo caso si deve poter effettuare la commutazione contemporanea delle varie posizioni dei due filtri, il commutatore dovrà essere a 4 vie.
Al posto di un commutatore rotativo può essere impiegato anche un commutatore a pulsante; in tal caso, i quattro pulsanti necessari dovranno essere meccanicamente collegati, in modo che premendo un pulsante venga automaticamente disinserito quello in precedenza abbassato.
Per riproduzioni monofoniche che prevedono l'impiego di un unico filtro, il pulsante dovrà essere munito di due contatti; nel caso di riproduzioni stereofoniche per cui sono necessari due filtri, ogni pulsante dovrà azionare e chiudere quattro contatti.

**Il commutatore antifruscio** Il commutatore antifruscio deve svolgere una funzione analoga al commutatore antirombo; anch'esso è del tipo a 2 vie e 4 posizioni. In particolare, questo commutatore dovrà collegare in successione i contatti fissi *6* e *16* rispettivamente ai contatti mobili 7, 8, 9, 10 e 17, 18, 19, 20. I valori di attenuazione ottenibili in queste quattro posizioni sono i seguenti (curve di destra della *fig. 2*):
Posizione 1: collegamento di *6* con 7 e di *16* con 17 = nessuna attenuazione (curva 1 - 1' della *fig. 2*).
Posizione 2: collegamento di *6* con 8 e di *16* con 18 = attenuazione di 3 dB in corrispondenza di 12.000 Hz (curva 2' della *fig. 2*).
Posizione 3: collegamento di *6* con 9 e di *16* con 19 = attenuazione di 3 dB in corrispondenza di 8.500 Hz (curva 3' della *fig. 2*).
Posizione 4: collegamento di *6* con 10 e di *16* con 20 = attenuazione di 3 dB in corrispondenza di 5.000 Hz (curva 4' della *fig. 2*).
Come risulta dallo schema, i punti 7 e 17 non sono collegati ad alcun condensatore, e pertanto i terminali del commutatore dovranno rimanere liberi.
Come già detto a proposito del commutatore antirombo, se interessa una sola posizione di attenuazione del fruscio, rimane del tutto inutile l'impiego di questo commutatore ed, in questo caso, i punti *6* e *16* dovranno essere collegati rispettivamente ai relativi condensatori della posizione prescelta.
Per l'impiego in apparecchiature sia monofoniche (1 filtro) sia stereofoniche (2 filtri), è possibile usare, al posto del commutatore rotativo, unità a pulsante identiche a quelle richieste per l'attenuazione del "rombo".

**Impedenza d'uscita** L'uscita del filtro è a bassa impedenza (circa 500 Ω). Di conseguenza, il cavo che collega l'uscita di questo filtro con l'ingresso dell'amplificatore di potenza oppure con l'ingresso di un circuito per il controllo dei toni, difficilmente capterà segnali spuri (ronzìo di rete, per esempio). È preferibile, però, che anche questo cavo sia schermato, ad eccezione dei casi in cui tale collegamento sia estremamente corto. Il filo interno del cavo dovrà essere collegato al terminale d'uscita del filtro, mentre la calza schermante sarà collegata al negativo dell'alimentazione. Se l'amplificatore di potenza ed il filtro antirumore e antirombo sono alimentati da una stessa sorgente di alimentazione, e se anche il (—) dell'amplificatore di potenza è collegato a massa, la calza schermante del cavo potrà essere collegata alla massa dell'amplificatore di potenza.
Nella *fig. 3* è riportato il circuito stampato in grandezza naturale, mentre nella *fig. 4* è illustrata la disposizione dei componenti sul circuito stampato stesso.

**Costruzione** Si montino i vari componenti sulla piastrina del circuito stampato, come indicato nella *fig. 4*. I numeri riportati nella parte inferiore del circuito stampato corrispondono alle varie posizioni dei due commutatori (vedi schema elettrico della *fig. 1*). A questi, pertanto, andranno collegati i conduttori che vanno ai contatti mobili dei commutatori. In corrispondenza dei numeri *6, 11* e *16*


Fig. 5 - Il filtro antirumore/antirombo completo.

all'interno del circuito stampato andranno invece collegati i conduttori che fanno capo ai contatti fissi dei commutatori. Evidentemente, al contatto fisso *1* del commutatore 1 (antirombo) sarà collegato il terminale "ingresso" del filtro.
Nella *fig.* 5 è visibile il circuito del filtro con i due commutatori collegati. I fili di collegamento non debbono essere più lunghi di circa 15 cm. Sul commutatore sinistro è visibile il cavetto schermato d'ingresso del filtro, mentre a destra del circuito stampato si può vedere il cavetto schermato dell'uscita del filtro. I fili in alto sono quelli di collegamento alla tensione di alimentazione.
Un prototipo di questo filtro è stato realizzato (ad eccezione del contenitore, dei commutatori, e di altre minuterie facilmente reperibili) con componenti in vendita presso i distributori autorizzati della Philips-Elcoma. Il circuito stampato può invece essere realizzato impiegando i sistemi comuni di costruzione. ★

*Questo articolo è stato redatto in collaborazione con la Philips-Elcoma; per ulteriori informazioni sul progetto e sui materiali occorrenti rivolgersi alla redazione di Radiorama.*
*L'elenco dei distributori autorizzati della Philips-Elcoma è pubblicato in questo numero di Radiorama a pag. 40.*

# oscilloscopio da 3 pollici




**La possibilità di rendere visibile una forma d'onda od un fenomeno transitorio, cosa indispensabile per lo studio ed il controllo di particolari circuiti, in special modo di quelli usati nei televisori, è data dall'oscilloscopio il quale ormai è indispensabile sia nei grandi laboratori sia in quelli più modesti. L'oscilloscopio, con la sua versatilità e prontezza, può rappresentare per il tecnico esperto un occhio in più, un qualche cosa di particolarmente sensibile che si può spingere in ogni punto del circuito e che fa vedere il funzionamento del circuito stesso. Tale strumento è perciò insostituibile nell'esame dinamico dei circuiti e per questo solo fatto ha un posto importante fra le apparecchiature di misura.**

**L'oscilloscopio che illustreremo in questo articolo è stato studiato per ottenere tutte le prestazioni indispensabili per il servizio TV, cercando nello stesso tempo di avere un circuito di facile realizzazione e di sicuro funzionamento.**

**Nozioni generali** Prima di addentrarci nell'esame del circuito sarà bene vedere (e ciò è utile soprattutto per chi si trova di fronte a tali strumenti per la prima volta) il problema dal punto di vista generale. L'oscilloscopio, come già si è detto, permette di vedere direttamente il comportamento di un dato punto del circuito in esame.

L'elemento base di tutto lo strumento è il tubo a raggi catodici. Il suo funzionamento è relativamente semplice.

Basta osservare la *fig. 1* per rendersi conto della sua costituzione; da un catodo di forma particolare vengono emessi elettroni i quali sono concentrati in un fascetto alquanto ristretto ed obbligati, attraverso campi elettrici acceleratori, al bombardamento di uno schermo frontale sul quale sono stati deposti ossidi fluorescenti. Il bombardamento degli elettroni sullo schermo eccita la fluorescenza e perciò nel

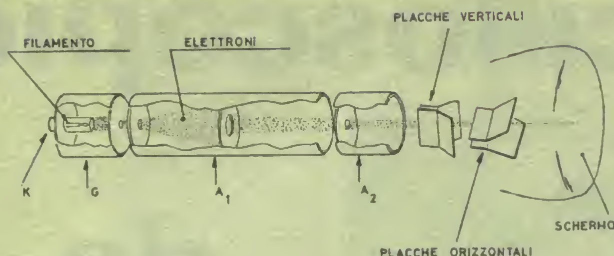



**Fig. 1 - Schema di principio del tubo a raggi catodici.**

punto in cui essi cadono appare una piccola macchia luminosa. Questo fascio o pennello elettronico è, in sostanza, quello che durante il suo movimento ci disegnerà l'andamento del fenomeno in esame.

Lo spostamento (deflessione) del raggio catodico si è potuto ottenere disponendo lungo il percorso del raggio stesso elettrodi in senso verticale ed in senso orizzontale. Tali elettrodi, detti placchette orizzontali o verticali, attirano il raggio deviandone la traiettoria, che risulterà la componente delle due attrazioni, esercitantisi in senso verticale ed orizzontale.

Tutte le placchette del tubo catodico sono alimentate tramite un partitore opportuno, attraverso il quale vengono prelevate le tensioni che dovranno regolare il fuoco, la luminosità, lo spostamento verticale ed orizzontale del punto luminoso sullo schermo. Applicando alle placchette le tensioni da esaminare, avremo una retta per la tensione continua e forme d'onda varie per la tensione alternata. Queste rette ed alternanze si osserverebbero una sola volta e molto rapidamente sullo schermo, se non vi fosse un opportuno circuito atto a ripetere infinite volte, con una certa frequenza, il tracciato del pennello catodico, permettendo così la visione ferma della figura.

Tale circuito, che prende il nome di generatore della base tempi, fornisce una certa tensione a dente di sega la quale è applicata alle placchette orizzontali; il pennello elettronico avrà così uno spostamento costante di andata e ritorno, con una certa frequenza, sull'asse orizzontale. Con questo circuito, per poter vedere un certo fenomeno basta applicare la tensione da misurare alle placchette verticali perché la componente istantanea delle due tensioni faccia vedere sullo schermo il percorso del punto luminoso.

La persistenza luminosa degli ossidi colpiti ed il continuo passare delle tracce su essi permette la visione del fenomeno incognito. Per maggior chiarezza della figura si pensa poi a cancellare il rapido percorso di ritorno del raggio al punto di partenza.

La formazione e la focalizzazione del fascio richiedono tensioni assai alte, per cui il raggio viene sottoposto a campi elettrici molto intensi.

Se si applicano direttamente alle placchette deviatrici le tensioni da misurare, queste dovranno essere molto elevate per vincere il fascetto elettronico fortemente accelerato: solo in questo caso si avranno deflessioni apprezzabili. Ne consegue che per avere un oscilloscopio molto sensibile è necessario amplificare la forma d'onda da osservare prima di applicarla alle placchette deflettrici. Ogni amplificatore sarà preceduto da opportuni attenuatori che riducono la tensione in ingresso per dare la possibilità di analizzare, sul tubo oscilloscopico, sia l'andamento completo della tensione in esame sia una sola parte di essa. Passiamo ora ad esaminare le caratteristiche dell'oscilloscopio che illustreremo nel presente articolo.

**Limiti e caratteristiche tecniche** - Lo strumento ha le caratteristiche necessarie per raggiungere lo scopo per cui è stato progettato.

- Alimentazione dalla rete a 50 Hz con cambiatensioni del tipo universale da 110 V a 220 V.
- Possibilità di ingresso sugli assi X, Y, Z me-

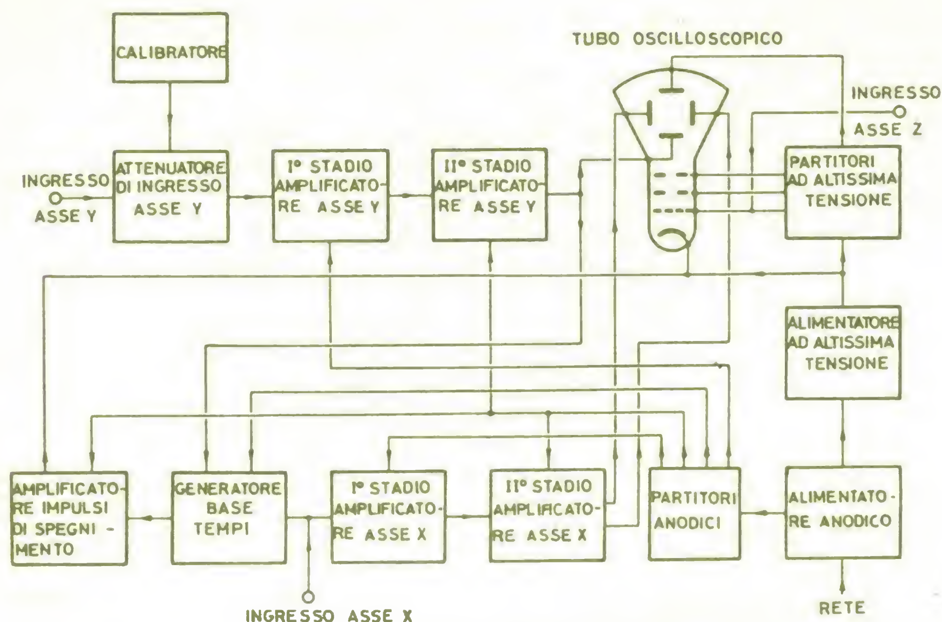



**Fig. 2 - Schema a blocchi dell'oscilloscopio.**

diante le boccole disposte sul pannello frontale.

- Regolazione manuale dello spostamento verticale ed orizzontale del pennello catodico.
- Regolazione del fuoco e della sua intensità luminosa.
- Regolazione degli amplificatori verticali ed orizzontali.
- Amplificatori a due stadi per gli assi X e Y, aventi una risposta lineare fra 8 Hz e 1 MHz.
- Attenuatore compensato di ingresso dell'asse Y con regolazione della sensibilità a 1/1, 1/10, 1/100.
- Regolazione del sincronismo verticale.
- Sensibilità massima dell'oscilloscopio sull'asse Y pari a circa 300 mm/V eff.
- Impedenza d'ingresso verticale ed orizzontale molto elevata (da 1 MΩ a 3 MΩ).
- Regolazione di scansione dell'asse X in quattro gamme con frequenze rispettivamente da 8 Hz a 100 Hz, da 60 Hz a 800 Hz, da 700 Hz a 9 kHz, da 3.500 Hz a 45 kHz.
- Possibilità per una base dei tempi esterna ed una sinusoidale a 50 Hz.
- Possibilità di espansione della traccia orizzontale superiore al doppio dello schermo.




**Fig. 3 - Tubo a raggi catodici usato nell'oscilloscopio.**

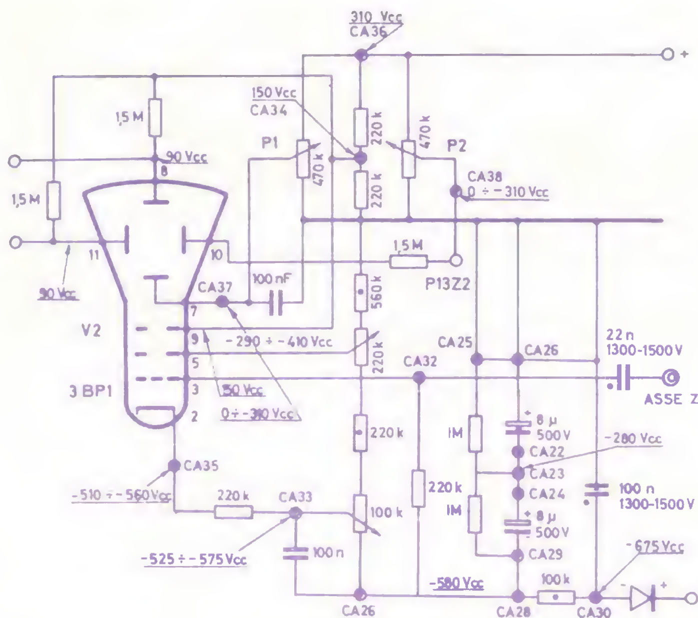
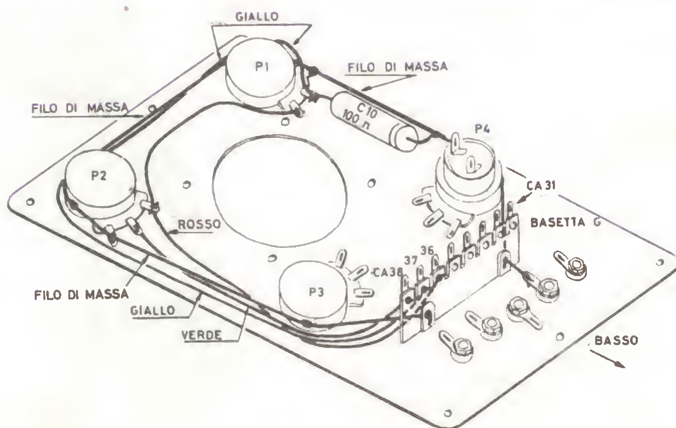



**Fig. 4 - Schema elettrico per l'alimentazione del tubo oscilloscopico.**

- Sensibilità massima dell'oscilloscopio sull'asse X pari a circa 50 mm/V eff.
- Dispositivo calibratore interno con onda rettangolare per la misura del valore da picco a picco delle tensioni applicate all'asse Y, con regolazione continua della tensione di calibratura e possibilità di controllo diretto mediante voltmetro.
- Tubo oscilloscopico tipo 3BP1 di tre pollici di diametro, pari a circa 76 mm di schermo.
- Nove funzioni di valvole più due raddrizzatori al germanio.
- Sonda con 1/10 di attenuazione della tensione applicata.
- Realizzazione nelle dimensioni di 180 mm di larghezza x 30 mm di lunghezza x 270 mm di altezza, con maniglia per il trasporto.




**Montaggio parziale del pannello frontale per la sistemazione dei comandi più importanti che necessitano per la realizzazione del pennello elettronico.**

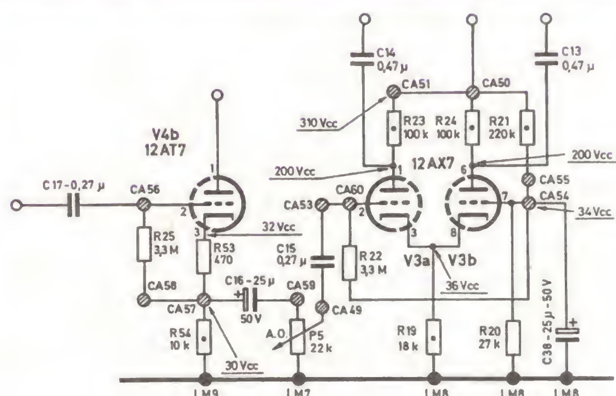



**Fig. 5 - Schema elettrico per il circuito dell'asse X.**

**Il circuito** Lo schema a blocchi dell'oscilloscopio (*fig. 2*) inquadra immediatamente la disposizione e la sequenza delle varie catene di circuiti che costituiscono l'insieme dello strumento.

Infatti notiamo che le griglie del tubo a raggio catodico sono alimentate da una serie di partitori con tensioni abbastanza elevate, in quanto tali devono essere per poter focalizzare e quindi dirigere il finissimo pennello elettronico. Le placchette deviatrici a loro volta sono alimentate attraverso una serie di amplificatori, in modo che sia possibile la visione dei fenomeni entro una vasta gamma di tensioni applicate sia all'asse X sia all'asse Y. Un generatore per la tensione a dente di sega ed un amplificatore per il sincronismo sono immessi nel circuito per la completa visione del fenomeno.

Allo scopo di rendere, per quanto possibile, accessibile a tutti il complesso dell'oscilloscopio, suddivideremo in gruppi i vari circuiti.

*TUBO OSCILLOSCOPICO* - Il tubo a raggi catodici che viene adoperato è del tipo americano, contrassegnato dalla sigla 3BP1. Esso è stato scelto per le caratteristiche particolarmente favorevoli alla costruzione di un oscilloscopio di alta qualità e di dimensioni ridotte (*fig 3*). Infatti il diametro dello schermo è di 76 mm, con una lunghezza totale di circa 254 mm.

Lo schermo stesso ha un raggio di curvatura così grande che praticamente lo si può ritenere piano, il che è molto importante in quanto si può avere una percezione ben definita della figura sino ai bordi. La fosforescenza di colore verde è particolarmente gradita, in quanto non dà luogo a fenomeni di affaticamento a chi, per ragioni di lavoro, sia obbligato alla continua osservazione. La sua persistenza inoltre è sufficiente per avere una buona visione anche dei fenomeni più lenti e tale da non disturbare con una eccessiva formazione di code sullo schermo.

L'alimentazione del tubo oscilloscopico avviene prelevando una tensione di circa 600 $V_{eff}$, la quale si ottiene attraverso un raddrizzatore al selenio e viene opportunamente filtrata.

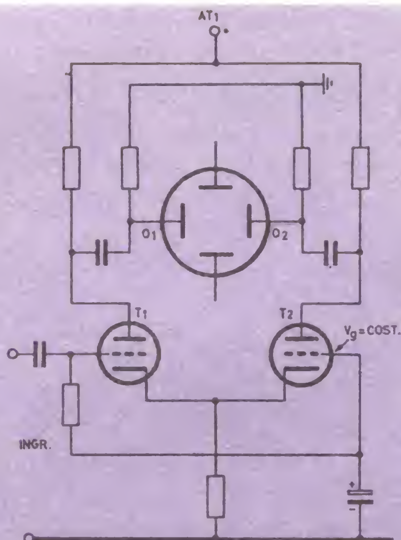



Fig. 6 - Rappresentazione del principio di funzionamento di un amplificatore differenziale.

L'utilizzazione del fascio di elettroni emessi dal catodo è possibile se tale fascio viene concentrato e regolato in modo opportuno. Dovremo quindi avere un comando di intensità luminosa, un comando di fuoco (per focalizzare la traccia sullo schermo) e due comandi relativi allo spostamento del punto luminoso rispettivamente in senso verticale ed in senso orizzontale.
A questi si deve aggiungere una tensione di accelerazione degli elettroni, il cui scopo evidente è quello di imprimere ad essi un'elevata velocità, affinché effettuino il percorso completo fra catodo e schermo fluorescente. Questi comandi si ottengono mediante campi elettrici che si realizzano applicando varie tensioni agli elettrodi del tubo.
Nel nostro schema (*fig. 4*) la tensione totale necessaria al partitore è ottenuta sommando la tensione positiva fornita dall'alimentatore anodico a quella del raddrizzatore al selenio. Tale somma è possibile se vi è un punto in comune; questo punto è la massa. Ne consegue che i potenziometri P1 e P2, rispettivamente per lo spostamento verticale ed orizzontale, si trovano ad una tensione positiva rispetto a massa, mentre la catena di cui fanno parte P3 e P4 (rispettivamente per il fuoco e la luminosità) è a tensione negativa rispetto a massa. Le due regolazioni, a causa di questa disposizione, si trovano a tensioni negative piuttosto elevate, ma ciò non comporta difficoltà nella realizzazione pratica salvo un accurato isolamento dei collegamenti. L'elettrodo acceleratore è collegato al centro del partitore di tensione alimentato dal positivo della tensione anodica per portarlo allo stesso potenziale delle placchette deflettrici.
In questo modo la tensione anodica del tubo è data dalla somma della tensione negativa e di

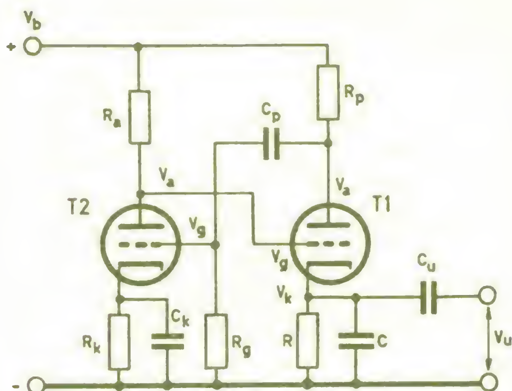



**Fig. 8 - Schema del generatore per la base tempi.**

quella positiva dell'elettrodo acceleratore e ciò permette di ridurre la tensione negativa di circa il 15% rispetto al valore della tensione anodica richiesta, con considerevole risparmio economico sul raddrizzatore al selenio e maggior sicurezza di funzionamento dei condensatori di filtro.

*CIRCUITO PER L'ASSE X* - Il circuito per l'asse X è costituito da due stadi amplificatori, uno di ingresso e l'altro finale. La presenza dello stadio di ingresso è giustificata dalla necessità di avere una elevata impedenza sullo stadio successivo. Tale stadio non è un comune amplificatore, ma un particolare tipo denominato trasferitore catodico.
All'uscita di questo stadio si può assorbire una potenza notevole senza che tale assorbimento si rifletta sullo stadio precedente collegato alla griglia. Il trasferitore catodico si comporta, per il carico utile, come un gene-

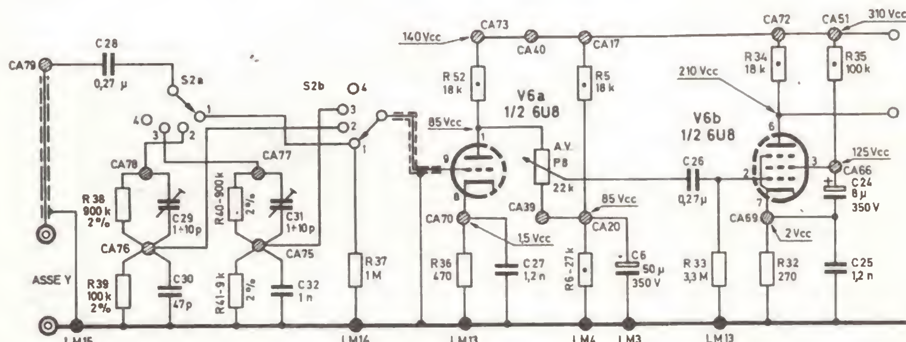



**Fig. 7 - Schema elettrico per il circuito dell'asse Y.**

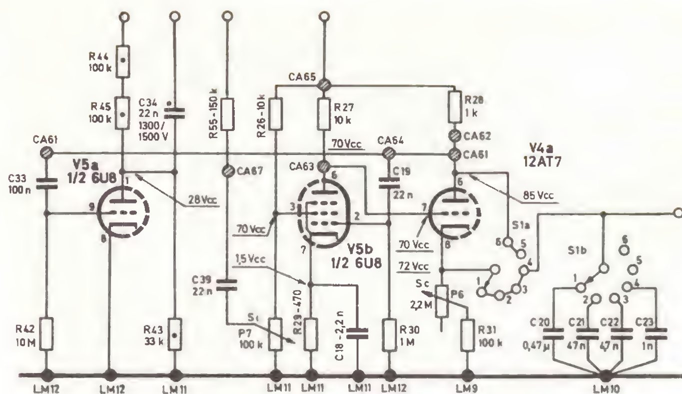



Fig. 9 - Schema elettrico del generatore della base dei tempi e di spegnimento del ritorno.

ratore avente una piccola resistenza interna. Se si analizza il funzionamento del primo triodo del circuito della *fig. 5,* si nota che, quando si applica una tensione crescente alla griglia del tubo, si provoca un aumento della corrente anodica ed il conseguente aumento della tensione sul catodo.

Si può affermare, quindi, che la tensione catodica segue fedelmente la tensione applicata alla griglia, purché sia opportunamente scelto il valore del resistore posto sul catodo. Si consegue, con questa disposizione, il vantaggio di avere sempre la stessa tensione ma su un circuito ad impedenza più bassa.

A questo proposito, si può confrontare il valore del resistore di griglia con quello di catodo. L'uscita di questo stadio è collegata, tramite un grosso condensatore, al potenziometro d'ingresso del secondo amplificatore. Il potenziometro usato è di valore relativamente basso (circa 25 kΩ) e questo si traduce in un miglioramento nella risposta del circuito alle frequenze elevate. Lo stadio successivo è costituito da due triodi di una 12AX7 ed il loro circuito costituisce un amplificatore differenziale per la deflessione simmetrica del pennello orizzontale.

Il principio di funzionamento può essere spiegato seguendo la *fig. 6* nella quale si può osservare che la tensione applicata alla griglia del triodo T1 produce una variazione della corrente del tubo stesso e, di conseguenza, una variazione della caduta di tensione ai capi della resistenza catodica.

Questa resistenza fa parte anche del circuito del secondo triodo il quale ha una tensione di griglia fissa; quindi la variazione in T1 corrisponde ad una variazione in T2 ma in senso contrario, ed alle placche dei due tubi la tensione varierà in opposizione; aumentando nella prima diminuirà nella seconda e viceversa. Questa variazione di tensione viene trasferita, tramite i condensatori di accoppiamento, alle placche di deflessione del tubo oscilloscopico.

*CIRCUITO PER L'ASSE Y* - La catena per l'amplificazione dell'asse Y, verticale, è costituita da due stadi d'amplificazione e preceduta da un opportuno circuito attenuatore. La necessità di un attenuatore posto prima dello stadio d'ingresso è

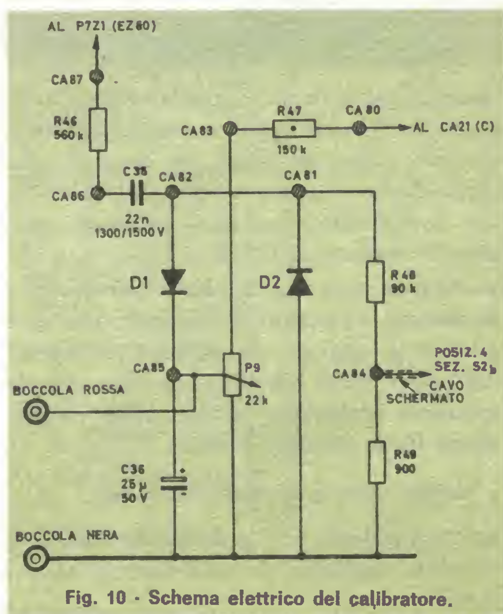



Fig. 10 - Schema elettrico del calibratore.

## MATERIALE OCCORRENTE

1 contenitore completo per probe
1 condensatore a carta o in film sintetico da 0,1 μF - 1.500 VI, ±20%
2 condensatori a carta o in film sintetico da 0,1 μF - 630 VI, ±20%
2 condensatori a carta o in film sintetico da 0,47 μF opp. 0,5 μF - 630 VI, ±20%
1 condensatore a carta o in film sintetico da 0,1 μF - 630 VI, ±20%
6 condensatori a carta o in film sintetico da 0,25 μF opp. 0,27 μF - 630 VI, ±10%
1 condensatore a carta o in film sintetico da 2 nF opp. 2,2 nF - 630 VI, ±20%
1 condensatore a carta o in film sintetico da 50 nF opp. 47 nF - 630 VI, ±10%
1 condensatore a carta o in film sintetico da 0,5 μF - opp. 0,47 μF - 630 VI, ±10%
1 condensatore a carta o in film sintetico da 5 nF opp. 4,7 nF - 630 VI, ±10%
2 condensatori a carta o in film sintetico da 20 nF opp. 22 nF - 630 VI, ±20%
3 condensatori a carta o in film sintetico da 20 nF opp. 22 nF - 1.500 VI, ±20%
2 condensatori a mica o in polistirolo da 1 nF - 500 VI, ±20%
2 condensatori a mica o in polistirolo da 1,2 nF - 500 VI, ±20%
1 condensatore a mica o in polistirolo da 50 pF opp. 47 pF - 500 VI, ±5%
1 condensatore ceramico da 4,7 μF - 500 VI
1 condensatore elettrolitico da 16 μF - 500 VI
2 condensatori elettrolitici da 8 μF - 500 VI
3 condensatori elettrolitici da 8 μF - 350 VI
1 condensatore elettrolitico da 50 + 50 μF - 350 VI
1 condensatore elettrolitico da 100 μF - 350 VI
3 condensatori elettrolitici da 25 μF - 50 VI
3 compensatori ceramici da 1 ÷ 10 pF
1 cambiatensione
1 commutatore da pannello 2 vie - 6 posizioni
1 commutatore da pannello 2 vie - 4 posizioni
2 diodi OA81
1 lampadina da 6 V - 0,05 A
2 intelaiature a rettangolo
7 manopole a freccia
4 manopole a pressione
1 mascherina per 3BP1
1 maniglia
2 montanti laterali destri
2 montanti laterali sinistri
1 pannello inferiore
1 pannello posteriore
1 pannello frontale
1 pannello superiore
2 pannelli laterali
2 potenziometri lineari a grafite da 500 kΩ opp. 470 kΩ
1 potenziometro lineare a grafite da 250 kΩ opp. 220 kΩ
3 potenziometri lineari a filo da 25 kΩ opp. 22 kΩ
1 potenziometro lineare a grafite da 100 kΩ
1 potenziometro lineare a grafite da 2 MΩ opp. 2,2 MΩ
1 potenziometro lineare a grafite da 100 kΩ con interruttore
1 reticolo per 3BP1
1 raddrizzatore al selenio od al silicio - 600 V - 5 mA
1 resistore a strato da 110 kΩ - 0,5 W, ±2%
1 resistore a strato da 90 kΩ - 0,5 W, ±2%
1 resistore a strato da 900 Ω - 0,5 W, ±2%
1 resistore a strato da 9 kΩ - 0,5 W, ±2%
1 resistore a strato da 100 kΩ - 0,5 W, ±2%
3 resistori a strato da 900 kΩ - 0,5 W, ±2%
1 resistore a strato da 560 kΩ - 1 W, ±10%
4 resistori ad impasto da 56 kΩ - 1 W, ±10%
4 resistori ad impasto da 1 MΩ - 0,5 W, ±10%
1 resistore ad impasto da 100 Ω - 1 W, ±10%
1 resistore ad impasto da 47 kΩ - 1 W, ±10%
5 resistori ad impasto da 100 kΩ - 1 W, ±10%
5 resistori ad impasto da 27 kΩ - 1 W, ±10%
4 resistori ad impasto da 18 kΩ - 1 W, ±10%
2 resistori ad impasto da 220 kΩ - 1 W, ±10%
2 resistori ad impasto da 10 kΩ - 1 W, ±10%
4 resistori ad impasto da 220 kΩ - 0,5 W, ±10%
3 resistori ad impasto da 1,5 MΩ - 0,5 W, ±10%
3 resistori ad impasto da 3,3 MΩ - 0,5 W, ±10%
1 resistore ad impasto da 27 kΩ - 0,5 W, ±10%
3 resistori ad impasto da 470 Ω - 0,5 W, ±10%
4 resistori ad impasto da 20 kΩ - 1 W, ±5%
1 resistore ad impasto da 100 kΩ - 0,5 W, ±10%
1 resistore ad impasto da 270 Ω - 0,5 W, ±10%
1 resistore ad impasto da 1 kΩ - 0,5 W, ±10%
2 resistori ad impasto da 10 kΩ - 0,5 W, ±10%
2 resistori ad impasto da 150 kΩ - 0,5 W, ±10%
1 resistore ad impasto da 560 kΩ - 0,5 W, ±10%
1 resistore ad impasto da 10 MΩ - 0,5 W, +10%
1 resistore ad impasto da 33 kΩ - 1 W, +10%
2 resistori ad impasto da 6,8 kΩ - 2 W, +10%
1 schermo cilindrico per 3BP1
1 schermo per trasformatore di alimentazione
2 semianelli reggischermo
1 spina volante bipolare
1 trasformatore di alimentazione
1 tubo 3BP1
1 telaio per oscilloscopio
2 valvole 6U8 (= ECF82)
1 valvola 12AX7 (= ECC83)
1 valvola 12AT7 (= ECC81)
1 valvola EZ80
1 visiera per 3BP1
5 zoccoli noval
1 zoccolo tetradecal per 3BP1

Piastrine di ancoraggio, capicorda di massa, boccole isolate, gommini passafilo, filo per collegamenti, viti, dadi, stagno, filo autosaldante e minuterie varie.

naturalmente ovvia, in quanto la tensione in ingresso dovrà essere opportunamente regolata in intensità prima di essere applicata al tubo oscilloscopico e questa attenuazione dovrà essere esattamente conosciuta per poter conoscere la tensione di lettura.

Si è giunti così, tramite un commutatore, a selezionare il rapporto di riduzione con cui si attenua la tensione da applicare all'ingresso del primo stadio amplificatore. Con tale disposizione si realizza facilmente un compromesso fra le seguenti esigenze:

- elevata impedenza dell'attenuatore;
- compensazione per le frequenze elevate e, quindi, regolarità di funzionamento su una ampia gamma;
- precisione del rapporto di riduzione.

Con un commutatore che abbia un notevole numero di posizioni si può ottenere una suddivisione della tensione di ingresso sufficientemente fine, tale da soddisfare ogni necessità pratica. Lo schema della *fig. 7* rappresenta tutto il canale dell'asse verticale.

L'attenuazione in ingresso è regolata in modo da ridurre il segnale applicato di 1/100, di 1/10 oppure lasciarlo senza alcuna riduzione, ossia con rapporto eguale ad 1.

Una quarta posizione prevede l'inclusione di un segnale d'ingresso noto proveniente da un circuito calibratore per la calibratura dell'amplificatore verticale. Si entra così con segnale noto nel primo stadio di ingresso dell'ampli-

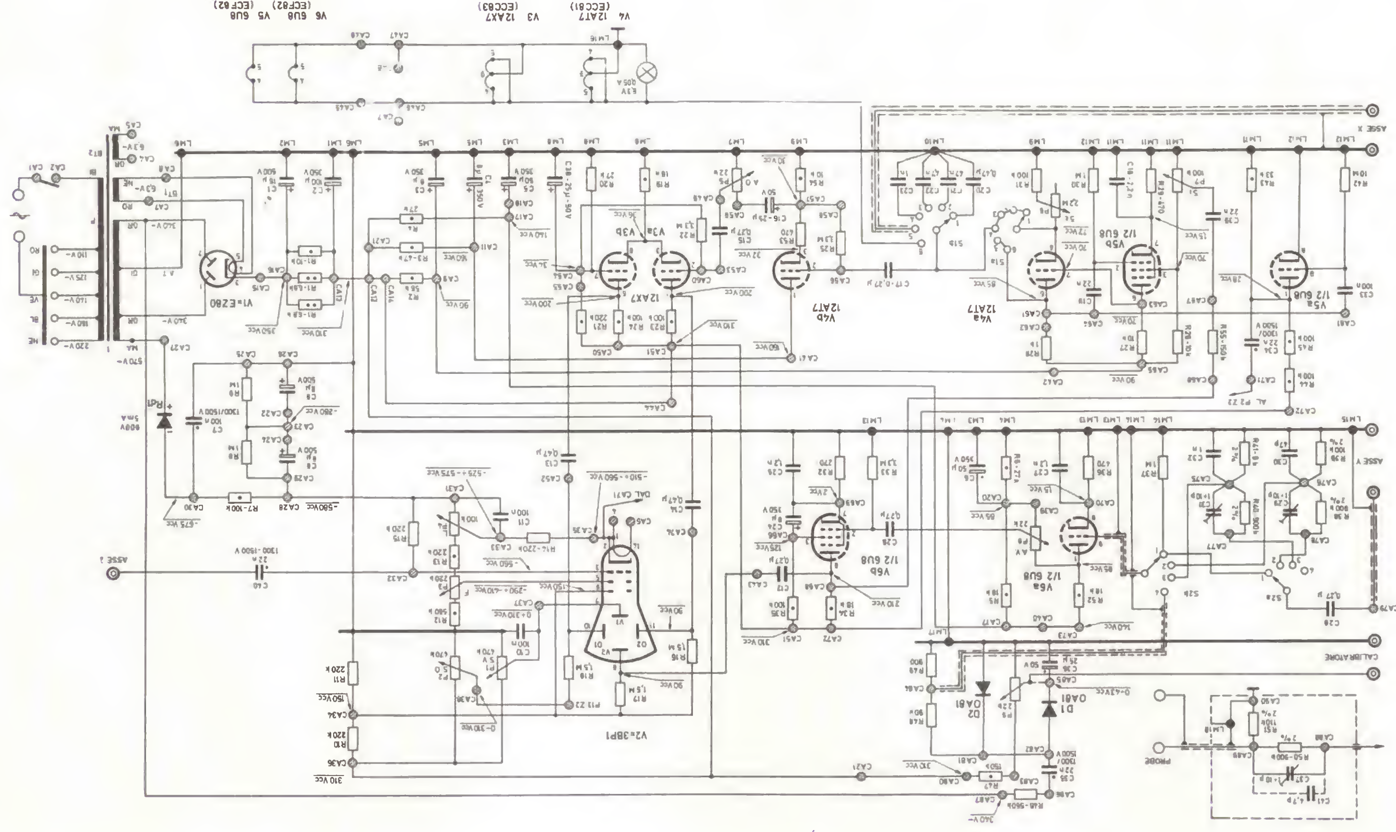



Fig. 11 - Schema elettrico dell'oscilloscopio.

ficatore verticale costituito dalla sezione triodo di una 6U8.

Questo stadio è progettato in modo da ottenere una banda passante di larghezza non inferiore a quella ottenuta con lo stadio successivo il quale, nel nostro caso, è realizzato con la parte pentodo della stessa valvola.

Il circuito è classico, con polarizzazione automatica sul catodo, e la tensione di griglia schermo di quest'ultima parte è ricavata tramite un resistore dall'anodica massima. Si può notare che la resistenza di carico sull'anodo del pentodo è molto bassa per tale tipo di valvola, che richiederebbe valori elevati per ottenere una buona amplificazione. Esiste però in questo circuito una esigenza importante, alla quale si è sacrificata l'amplificazione: la linearità di risposta in funzione della frequenza.

L'amplificatore di questo oscilloscopio presenta un'amplificazione uniforme nella zona compresa fra 10 Hz e 1 MHz.

*SCANSIONE E SPEGNIMENTO* - Abbiamo già detto che il pennello elettronico, per poter tracciare una linea sullo schermo, dovrà muoversi da un lato all'altro del tubo catodico.

Questo movimento è fornito da un apposito circuito generatore per la base dei tempi. Lo schema di principio può essere quello della *fig. 8*.

Quando il potenziale del catodo diventa inferiore al potenziale di griglia, ciò significa che il condensatore C si sta scaricando: il tubo T1 comincia a condurre e la conseguente corrente anodica produce una caduta di potenziale ai capi della resistenza di carico. Questa variazione di tensione, prelevata mediante Cp, amplificata ed invertita di senso nel tubo T2, riportata alla griglia del tubo T1 aumenta l'effetto di conduzione del tubo obbligandolo a condurre con la massima intensità. Tale processo dura pochissimo (qualche microsecondo), dopo di che si ha una nuova carica del condensatore C. Con la carica del condensatore la tensione al catodo di T1 sale fino a quando diventa superiore a quella di griglia, provocando così una riduzione della corrente di carica. Si inizia una nuova fase ed il tubo T1 è portato all'interdizione, cosicché il condensatore C può liberamente scaricarsi sul resistore R iniziando il ciclo.

La durata del tempo di carica deve essere circa 1/10 del tempo di scarica, vale a dire che il tempo di ritorno della traccia sull'oscilloscopio sarà 1/10 del tempo attivo. Lo schema per il generatore della base dei tempi e per il circuito di spegnimento è quello della *fig. 9*. Per la base dei tempi si usano un triodo e un pentodo, rispettivamente sezioni di una 12AT7 e di una 6U8, e un commutatore per inserire diversi valori della capacità C. Con questa commutazione si ottengono quattro gamme di funzionamento entro le quali la regolazione fine della frequenza di scansione si ottiene variando il valore della resistenza di scarica.

Nel nostro schema tale resistenza, come si vede, è formata da un potenziometro da 2 MΩ in serie ad un resistore. La commutazione permette di avere scansioni del pennello con frequenza da 8 Hz a 45 kHz.

Malgrado il moto della traccia nel percorso di ritorno sia rapido, la luminosità di questa permane in modo tale da dar noia per esaminare forme d'onda particolari. È preferibile eliminarla e ciò si ottiene nell'oscilloscopio in esame rendendo più positivo il catodo rispetto alla griglia durante la fase di ritorno, il che equivale a rendere più negativa la griglia e, quindi, a ridurre l'intensità della traccia luminosa.

Per questo circuito viene usato un triodo 6U8, il quale è comandato da un impulso negativo prelevato sull'anodo del tubo 12AT7. Tale impulso si manifesta durante la fase di carica del condensatore posto nel generatore della tensione di scansione. Per questo motivo l'impulso è sicuramente sincronizzato con la tensione a dente di sega ed è di durata esattamente uguale a quella del tratto di ritorno. Questo segnale quindi viene amplificato e inviato al catodo del tubo 3BP1.

Lo stadio amplificatore non amplifica linearmente, in quanto occorre che la tensione di griglia sia sufficiente a mandare decisamente il tubo all'interdizione; perciò la tensione anodica è mantenuta a valore ridotto mediante un carico di 200 kΩ.

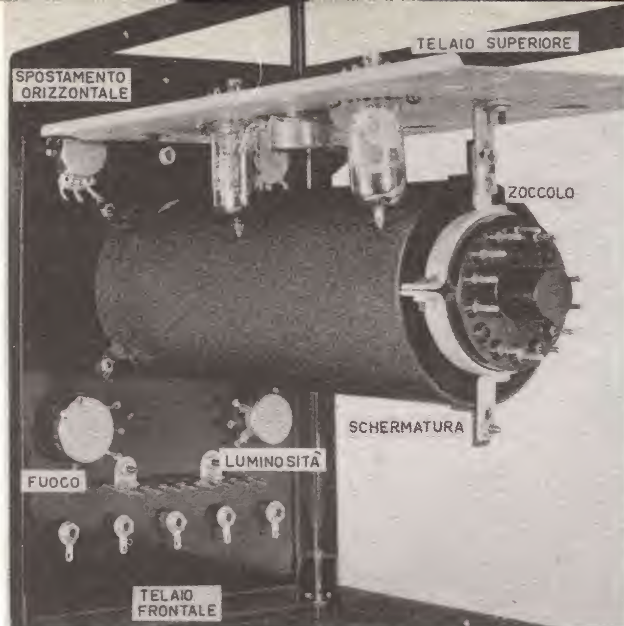



**Fig. 12 - Telaio frontale e telaio superiore in fase di montaggio.**

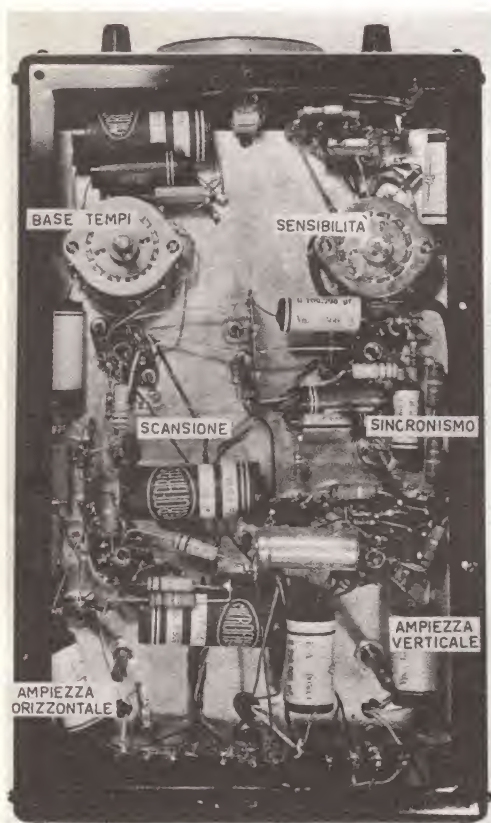



**Fig. 13 - Vista del montaggio del telaio superiore.**

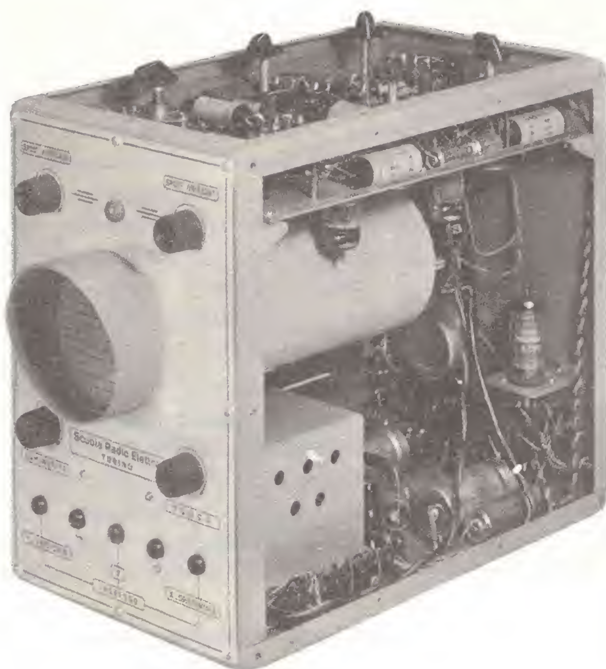
*IL CALIBRATORE* - Nell'uso pratico dell'oscilloscopio a volte è di fondamentale importanza l'ampiezza di una forma d'onda qualsiasi; ciò si può ottenere solo mediante un dispositivo di calibratura.

Nell'oscilloscopio in esame il problema della calibratura è stato risolto realizzando un circuito con forma di tensione tale da essere facilmente confrontabile con l'incognita. Inoltre il dispositivo è stato sistemato nell'interno dell'oscilloscopio per rendere semplice l'esecuzione della misura. Il circuito è quello della *fig. 10,* ove la tensione di polarizzazione del diodo D1 è regolata mediante un potenziometro ed è misurabile ai capi di questo.

La tensione in uscita è ridotta di 100/1, per evitare saturazione del primo stadio amplificatore dell'asse Y, tramite un partitore di due resistori. I due diodi D1 e D2 tagliano rispettivamente la semionda positiva e negativa ad un livello eguale e facilmente misurabile ai capi del cursore del potenziometro, così da renderne possibile il confronto con la grandezza da misurare.

*REALIZZAZIONE PRATICA* - Passato in rassegna lo schema generale dell'oscilloscopio nei suoi vari circuiti particolari, vediamone ora la realizzazione pratica.

Le dimensioni dello strumento, di cui nella *fig. 11* è riportato lo schema elettrico, sono



**Presentazione complessiva del montaggio dell'oscilloscopio.**

relativamente modeste e nello stesso tempo si è tenuto conto di alcune esigenze costruttive proprie degli oscilloscopi. Il circuito viene montato su diversi telai che vengono poi collegati ad una intelaiatura costituendo così l'apparecchio completo. Il loro facile fissaggio e la semplicità della realizzazione fanno di questo oscilloscopio un modello ben riuscito.

Il montaggio si inizia dal telaio di base, sul quale è montata tutta l'alimentazione con i rispettivi partitori di tensione; successivamente si monta il telaio frontale ed infine il telaio superiore. Per evitare che flussi dispersi del trasformatore, a sua volta schermato, vengano a influire sul tubo oscilloscopico, quest'ultimo viene schermato con un tubo cilindrico e fissato al pannello frontale (*fig. 12*) insieme alla mascherina frontale posta sul davanti del pannello. Tale mascherina serve sia per centrare il tubo oscilloscopico sia per adempiere ad una ben specifica funzione estetica.

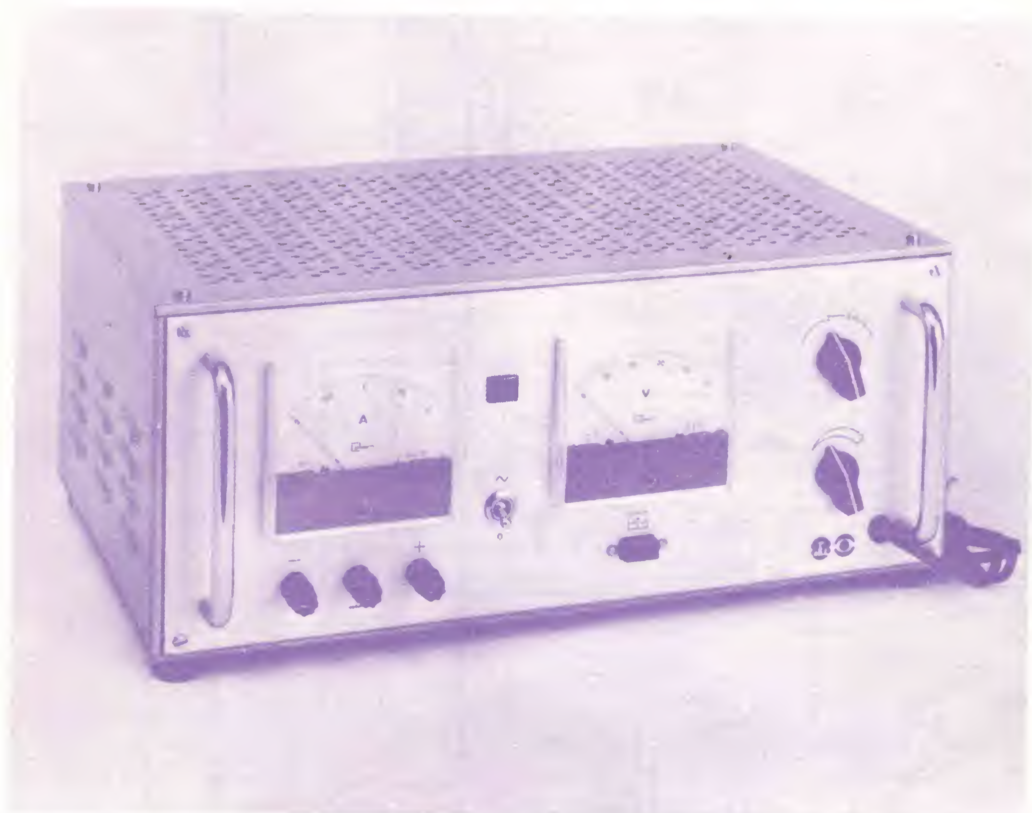
I comandi di luminosità, di fuoco e degli spostamenti verticale ed orizzontale sono sistemati sul pannello frontale con le rispettive entrate per l'asse X, Y, Z. Tutti gli altri comandi sono posti sul telaio superiore il quale, eccettuata l'alimentazione, contiene i circuiti più importanti dell'oscilloscopio.

Infatti è proprio sul telaio superiore che vengono montati i circuiti descritti precedentemente; dalla *fig. 13* si può vedere la loro semplice disposizione e l'ottima presentazione.



*Questa apparecchiatura fa parte del Corso Strumenti allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito, dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito).*
*I materiali necessari per il montaggio dell'oscilloscopio, corredati da 21 lezioni per il montaggio e l'uso, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra, via Stellone 5, 10126 Torino, e possono essere spediti in 9 invii separati (di cui 5 pacchi contenenti materiali), al prezzo di L. 6.700 caduno più spese di spedizione, oppure in unico pacco al prezzo di L. 56.000 tutto compreso con pagamento anticipato. Lo strumento può essere inoltre fornito già montato al prezzo di L. 82.000 tutto compreso con pagamento anticipato.*
*È pure disponibile un apposito contenitore in vinilpelle, che agevola il trasporto dello strumento e dei relativi accessori, al prezzo di L. 4.500 più spese postali.*
*(I pagamenti anticipati vanno effettuati con assegno bancario oppure con versamento sul c/c postale "2/214 - Scuola Radio Elettra - Torino).*

# ALIMENTATORE



# STABILIZZATO

L'alimentatore presentato in questo articolo costituisce un'ottima sorgente di tensione continua stabilizzata, indispensabile per tutti coloro che, per motivi di studio o di lavoro oppure per hobby, si occupano di montaggi elettronici, specialmente a transistori.
Infatti, l'alimentatore stabilizzato è in grado di fornire le tensioni che di solito occorrono per il funzionamento degli apparecchi transistorizzati. Tali tensioni potrebbero anche ottenersi collegando opportunamente tra loro più pile a secco, senonché le pile, esaurendosi con l'uso, forniscono una tensione sempre minore; d'altra parte, la tensione può variare anche notevolmente se varia la corrente richiesta.
Questi inconvenienti vengono eliminati con l'impiego di un alimentatore stabilizzato che fornisca costantemente la stessa tensione, mantenendola stabile anche se varia la corrente assorbita. Con l'alimentatore che sarà descritto, la corrente assorbita può giungere fino a 2 A senza che la tensione subisca variazioni sensibili. Un altro vantaggio dell'alimentatore stabilizzato consiste nella possibilità di variare con continuità la tensione fornita tra circa 0 V e 40 V. In tal modo risulta possibile esaminare il comportamento di componenti od apparecchi al variare della tensione applicata ad essi.
Inoltre, si è anche tenuto conto del fatto che, eseguendo prove o modifiche su apparecchiature elettroniche, può accadere di produrre inavvertitamente cortocircuiti o sovraccarichi, richiedendo all'alimentatore una corrente maggiore di quella che può fornire senza danneggiarsi. Pertanto l'alimentatore è stato munito di un circuito di protezione che, in caso di sovracca-

Fig. 1 - Schema elettrico completo dell'alimentatore stabilizzato.

### MATERIALE OCCORRENTE

2 alette di raffreddamento per i diodi di potenza
1 circuito stampato
1 commutatore rotante a 3 vie e 4 posizioni
1 contenitore in ferro verniciato con pannello frontale in alluminio ossidato
1 condensatore elettrolitico da 80 μF - 64 V
1 condensatore elettrolitico da 80 μF - 25 V
1 condensatore elettrolitico da 50 μF - 40 V
6 condensatori elettrolitici da 32 μF - 64 V
1 condensatore elettrolitico da 2.000 μF - 100 VI
1 condensatore in poliestere da 100 nF - 125 V
2 diodi di potenza BYX28/200 oppure 40HF10N o tipi equivalenti
2 diodi di potenza BYX28/200R oppure 40HF10R o tipi equivalenti
2 diodi BY114 o BY116 o BB126 o BY152N o BO140 o tipi equivalenti
1 diodo OA5 oppure 5D1 oppure SFD86 o tipi equivalenti
4 diodi OA81 o tipi equivalenti
2 diodi zener BZY88-C12 oppure 1N963B o tipi equivalenti
1 gemma di segnalazione rossa
1 ghiera di fissaggio per gemma di segnalazione
1 interruttore da pannello, unipolare, a pallina
1 impedenza di filtro
1 lampadina al neon
3 lampadine da 6,3 V - 0,3 A
2 manopole a freccia
2 manopole a pressione
1 matassa di piattina bipolare da 1,50 m
3 morsetti isolati
1 morsettiera isolata a 3 posti
2 potenziometri lineari a filo da 5 kΩ
1 potenziometro lineare a filo da 40 V
3 portalampade da pannello
1 pulsante commutatore da pannello
2 radiatori per transistori di potenza senza fori di fissaggio
1 radiatore per transistore di potenza con fori di fissaggio
2 resistori ad impasto da 820 Ω - 2 W - 10%
1 resistore ad impasto da 150 Ω - 1 W - 10%
1 resistore ad impasto da 390 Ω - 1 W - 10%
3 resistori ad impasto da 4,7 kΩ - 0,5 W - 10%
4 resistori ad impasto da 1,8 kΩ - 0,5 W - 10%
2 resistori ad impasto da 2,2 kΩ - 0,5 W - 10%
2 resistori ad impasto da 1,5 kΩ - 0,5 W - 10%
3 resistori ad impasto da 1 kΩ - 0,5 W - 10%
2 resistori ad impasto da 820 Ω - 0,5 W - 10%
1 resistore ad impasto da 470 Ω - 0,5 W - 10%
1 resistore ad impasto da 3,9 kΩ - 0,5 W - 10%
1 resistore ad impasto da 390 Ω - 0,5 W - 10%
2 resistori ad impasto da 180 Ω - 0,5 W - 10%
2 resistori ad impasto da 150 Ω - 0,5 W - 10%
1 resistore ad impasto da 100 Ω - 0,5 W - 10%
3 resistori ad impasto da 82 Ω - 0,5 W - 10%
1 resistore chimico da 62,45 kΩ - 0,5 W - 2%
1 resistore chimico da 450 Ω - 0,5 W - 2%
4 resistori a filo da 0,5 Ω - 1 W - 10%
2 resistori a filo da 0,2 Ω - 1 W - 2%
3 resistori ad impasto da 220 Ω - 0,5 W - 10%
1 spina volante, bipolare
1 strumento a bobina mobile da 800 μA - 50 Ω - scala 0 - 2 A
1 strumento a bobina mobile da 800 μA - 50 Ω - scala 0 - 50 V
1 supporto isolante per alette di raffreddamento dei diodi di potenza
4 transistori di potenza ASZ16 oppure ASZ17 o tipi equivalenti ASZ18
3 transistori AC128 o AC142 o AC152, o AC153V o AC184D viola o tipi equivalenti
1 transistore SFT343 o ASY77 o tipi equivalenti
1 trasformatore di alimentazione

Filo di collegamento, filo trecciola, viti e dadi, capicorda di ancoraggio, rondelle, stagno e minuterie varie.

richi o cortocircuiti, interviene annullando la tensione di uscita e quindi anche la corrente erogata, evitando così che quest'ultima, avendo valori eccessivi, possa danneggiare l'alimentatore stesso.

**Schema del circuito** - Il circuito dell'alimentatore stabilizzato è piuttosto complesso, come si può constatare dallo schema riportato nella *fig. 1*. Per comprendere la funzione svolta dai vari elementi conviene esaminare separatamente le sei sezioni da cui può considerarsi costituito l'alimentatore stabilizzato.
Una prima sezione comprende il raddrizzatore principale, che è formato dal secondario S3 del trasformatore, dal raddrizzatore a ponte di Graetz (diodi D8, D9, D10 e D11) e dal filtro di livellamento (impedenza e condensatore C11).
La tensione continua ottenuta da questa sezione viene applicata alla seconda sezione (regolazione di tensione) che comprende tre transistori di potenza in parallelo (TR6, TR7, TR8).
Segue infine la terza sezione che comprende gli strumenti di misura, cioè un voltmetro con un amperometro che indicano i valori della tensione d'uscita e della corrente erogata al circuito esterno.
Queste prime tre sezioni costituiscono nel loro insieme il circuito principale dell'alimentatore, cioè il circuito destinato a fornire la tensione da utilizzare e percorso della corrente erogata.
Nella *fig. 1* il circuito principale è stato rappresentato con linee più marcate per distinguerlo nettamente dai circuiti ausiliari che provvedono al comando e alla protezione dei transistori di regolazione della tensione.
Anche i circuiti ausiliari comprendono tre sezioni, la prima delle quali è costituita dai tre raddrizzatori ausiliari a semionda. Uno di questi raddrizzatori è alimentato dal secondario S1 e comprende il diodo D1, mentre gli altri due raddrizzatori (secondario S2 e diodi D2 e D3) forniscono una tensione stabilizzata per mezzo dei diodi zener DZ1 e DZ2.
Questi tre alimentatori forniscono le tensioni necessarie al funzionamento delle altre due sezioni dei circuiti ausiliari.
Una di questa due sezioni provvede al comando dei transistori di regolazione della tensione e comprende i due transistori TR1 e TR2, collegati tra loro in modo da realizzare un amplificatore differenziale, ed il transistore TR5 collegato a quelli di regolazione secondo la connessione Darlington. L'ultima sezione dell'alimentatore comprende il circuito di protezione nei confronti dei cortocircuiti o dei sovraccarichi ed è costituita da un trigger di Schmitt che impiega i transistori TR3 e TR4.

**Funzionamento del circuito** - Non ci soffermeremo a considerare il funzionamento dei raddrizzatori principale e ausiliari che sono di

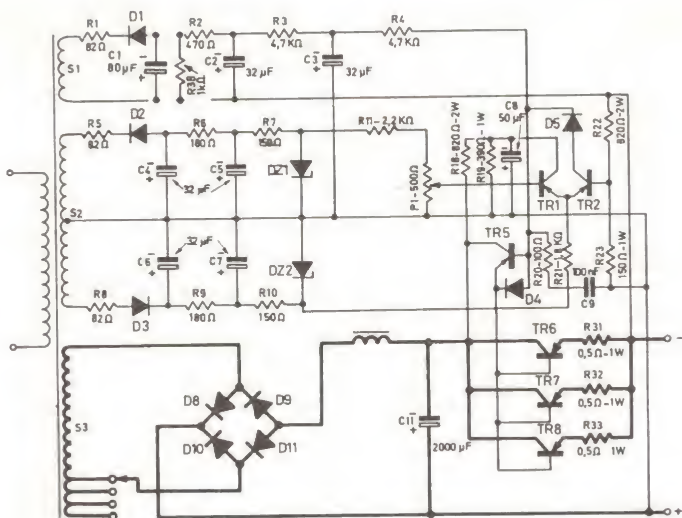



**Fig. 2 - Schema semplificato dell'alimentatore stabilizzato.**

tipo comune e non presentano quindi particolarità degne di nota. È molto più interessante vedere invece come funziona la sezione di comando dei transistori di regolazione, nonché la stessa sezione di regolazione della tensione.

Per maggiore chiarezza nella *fig.* 2 è riportato lo schema dell'alimentatore semplificato in modo che comprenda soltanto le sezioni suddette ed i relativi alimentatori.

La tensione stabilizzata dal diodo zener DZ1 viene applicata, tramite il resistore R11 ed il potenziometro P1, alla base del transistore TR1, mentre la tensione stabilizzata dal diodo zener DZ2 viene applicata, tramite il resistore R21, agli emettitori dei transistori TR1 e TR2, utilizzati per l'amplificatore differenziale.

Il collettore del transistore TR1 è alimentato dal circuito principale, essendo collegato al negativo del condensatore C11 tramite il resistore R18 ed al positivo dello stesso circuito principale tramite il resistore R19.

La tensione per il collettore del transistore TR2 viene ottenuta, invece, da un apposito raddrizzatore alimentato dal secondario S1 del trasformatore; tale tensione viene applicata al collettore tramite il resistore R4 ed il diodo D5, di cui vedremo l'utilità quando tratteremo il circuito di protezione dell'alimentatore.

Infine, si vede che la base del transistore TR2 è alimentata dall'uscita del circuito principale, essendo collegata al negativo di tale uscita tramite il resistore R22 ed al positivo della stessa uscita tramite il resistore R23.

Il fatto che alla base di TR2 sia applicata, tramite adatti resistori, la tensione d'uscita dell'alimentatore, permette appunto di mantenere stabile tale tensione.

Infatti, se la tensione d'uscita, ad esempio, aumenta, aumenta pure la tensione applicata alla base di TR2, mentre rimane costante la tensione applicata all'emettitore dello stesso transistore, essendo fornita da un alimentatore stabilizzato. Ciò significa che aumenta la tensione di polarizzazione della giunzione emettitore-base di TR2 e che quindi aumenta pure la corrente di collettore di questo transistore.

L'aumento della corrente di collettore determina una maggiore caduta di tensione ai capi del resistore R4, per cui diminuisce la tensione presente sul collettore di TR2.

Poiché tale collettore è collegato, tramite il diodo D5, alla base di TR5, risulta pure diminuita la tensione applicata alla base di quest'ultimo transistore e quindi anche la corrente che lo attraversa dall'emettitore al collettore. Ma la corrente di emettitore di TR5 costituisce la corrente di base dei tre transistori di regolazione e pertanto la sua diminuzione determina un aumento della resistenza che questi transistori offrono alla corrente erogata dall'alimentatore.

Aumenta perciò la caduta di tensione ai capi dei transistori di regolazione con conseguente riduzione della tensione d'uscita dell'alimentatore, proprio come occorre per riportare al valore voluto tale tensione.

Abbiamo dunque visto come si comporta l'amplificatore differenziale per annullare un eventuale aumento della tensione d'uscita; qualora, invece, tale tensione tendesse a diminuire, l'amplificatore si comporterebbe in modo opposto a quello descritto, permettendo di mantenere costante anche in questo caso la tensione d'uscita.

Vediamo ora come si comporta l'amplificatore differenziale quando si agisce sul potenziometro P1 per variare il valore della tensione di uscita dell'alimentatore.

Mediante il potenziometro P1 si varia la tensione applicata alla base di TR1 e quindi risulta maggiore o minore la corrente che attra-

versa TR1 dall'emettitore al collettore. Poiché tale corrente percorre anche il resistore R21 collegato agli emettitori di TR1 e di TR2, risulterà pure maggiore o minore la caduta di tensione che avviene ai capi del resistore stesso e quindi varierà anche la tensione presente sull'emettitore di TR2.
Perciò le variaziani della tensione applicata alla base di TR1 si ritrovano sull'emettitore di TR2, modificando così il valore della tensione di polarizzazione della giunzione emettitore-base di quest'ultimo transistore.
Infatti, tale tensione di polarizzazione dipende sia dalla tensione applicata alla base sia dalla tensione applicata all'emettitore.
Di conseguenza, variando quest'ultima tensione, si fa variare la corrente di collettore di TR2 e quindi anche la sua tensione di collettore, che agisce sui transistori di regolazione tramite TR5, come si è già visto, facendo così assumere un nuovo valore alla tensione d'uscita.
Il nuovo valore della tensione d'uscita fa assumere un nuovo valore anche alla tensione applicata alla base di TR2, in modo che la stessa tensione d'uscita può mantenersi stabilmente.
Si vede dunque che l'amplificatore differenziale può essere comandato variando la tensione applicata all'una o all'altra base dei transistori TR1 e TR2.
Ciò significa che l'amplificatore entra in funzione ogniqualvolta si verifica una differenza tra le tensioni applicate alle due basi, amplificando tale differenza, ossia determinando sul collettore di TR2 una variazione di tensione maggiore di quella avvenuta sulle basi: la denominazione di amplificatore differenziale è dovuta appunto a questo fatto.
Riassumendo, si può dire che la funzione svolta dall'amplificatore differenziale nell'alimentatore stabilizzato consiste nel confrontare la tensione d'uscita con la tensione stabilizzata, intervenendo ogniqualvolta si verifica una differenza tra queste tensioni.
Se la tensione d'uscita tende a variare rispetto a quella stabilizzata, l'amplificatore interviene in modo da riportare al valore primitivo la tensione d'uscita, mantenendola così costante. Se, invece, viene variata, mediante il potenziometro, la tensione stabilizzata applicata all'amplificatore, esso interviene in modo da far assumere un nuovo valore alla tensione d'uscita.
Nello schema della *fig. 2* non è riportato il commutatore rotante che compare invece nello schema della *fig. 1.* Il commutatore permette di ottenere quattro campi di regolazione della tensione, modificando opportunamente il circuito dell'alimentatore.
Con riferimento alla *fig. 1,* si noti innanzitutto che una sezione del commutatore viene usata per collegare al raddrizzatore principale le quattro prese del secondario S3 del trasformatore. In tal modo viene variata la tensione alternata applicata al raddrizzatore e perciò varia pure la tensione d'uscita dell'alimentatore.
Affinché l'amplificatore differenziale possa controllare efficacemente i transistori di regolazione in tutte le condizioni che si verificano variando la tensione fornita da S3, devono variare opportunamente anche le tensioni applicate alle basi e ai collettori dei transistori TR1 e TR2.
La tensione di collettore di TR1 varia con quella fornita da S3 in quanto tale collettore è alimentato tramite i resistori R18 e R19 che sono collegati all'uscita dell'alimentatore principale.
La tensione di collettore di TR2 varia anch'essa con quella fornita da S3, sebbene tale collettore

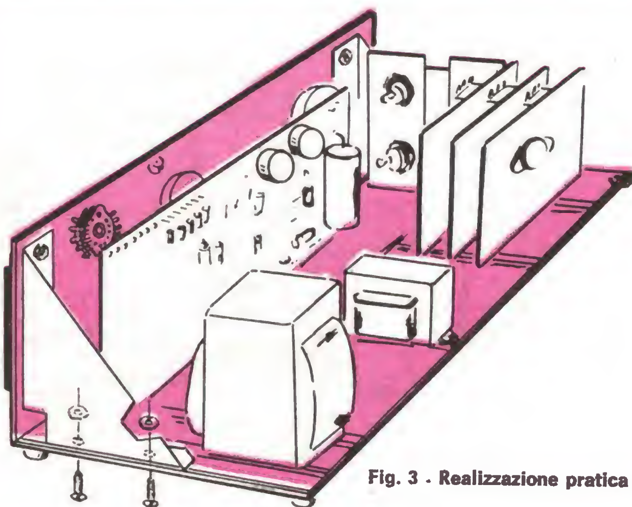


**Fig. 3 - Realizzazione pratica dell'alimentatore stabilizzato.**

## CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTATORE STABILIZZATO

**Tensione di uscita**
regolabile con continuità da 0 V a 40 V in quattro campi selezionabili mediante commutatore

**Corrente erogata**
fino ad un valore massimo di 2 A

**Circuito stabilizzatore**
comprendente due diodi zener, un amplificatore differenziale, un circuito Darlington, tre transistori di potenza

**Circuito di protezione**
formato da un Trigger di Schmitt che entra in funzione quando si verificano sovraccarichi o cortocircuiti

**Strumenti**
a bobina mobile da 800 μA f.s.: voltmetro da 0 V a 50 V amperometro da 0 A a 2 A

**Alimentazione**
con tensione di rete 220 V c.a.

**Dimensioni**
400 x 180 x 260 mm (escluse le maniglie)

**Pannello**
in alluminio satinato ed ossidato

**Scatola**
pannelli di ferro verniciati e satinati con fori ed alette per raffreddamento

**Accessori**
coppia di connettori per il prelievo della tensione di uscita

sia collegato al raddrizzatore alimentato dal secondario S1.
Infatti, quest'ultimo secondario ha un estremo collegato al morsetto negativo dell'alimentatore principale e quindi la tensione fornita da esso varia nello stesso modo della tensione d'uscita.
Anche la tensione applicata alla base di TR2 varia come la tensione di uscita, in quanto i resistori R22 e R23 collegati alla base stessa fanno capo ai due morsetti d'uscita dell'alimentatore.
Soltanto la tensione applicata alla base di TR1 non risulta dipendere dalla tensione dell'alimentatore principale, essendo prelevata dai capi del diodo zener DZ1.
Allo scopo di adattare la tensione di base di TR1 alle diverse condizioni di funzionamento, si preleva la tensione presente ai capi di DZ1 tramite resistori di valore opportuno, che vengono inseriti mediante le altre due sezioni del commutatore rotante. In tal modo, a seconda della presa di S3 che viene utilizzata, risultano collegati alla base di TR1 i resistori adatti per ottenere che l'amplificatore differenziale permetta di variare la tensione d'uscita, entro ciascun campo di regolazione, tra i valori desiderati.
Vediamo infine come funziona la sezione comprendente il circuito di protezione.

**Circuito di protezione** - Come si è già accennato in precedenza, tale circuito è costituito da un trigger di Schmitt, che è un particolare tipo di multivibratore bistabile.
Pertanto, i transistori TR3 e TR4 che costituiscono il trigger non si trovano mai nelle stesse condizioni di funzionamento, perché quando uno è percorso dalla corrente di collettore, nell'altro tale corrente è nulla e viceversa. Più precisamente, quando l'alimentatore funziona normalmente, il transistore TR3 ha corrente di collettore, mentre ciò non avviene per il transistore TR4.

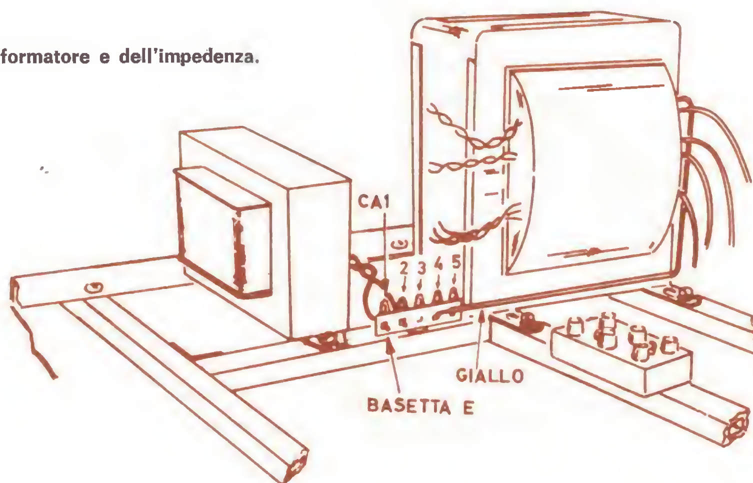



**Fig. 4 - Montaggio del trasformatore e dell'impedenza.**

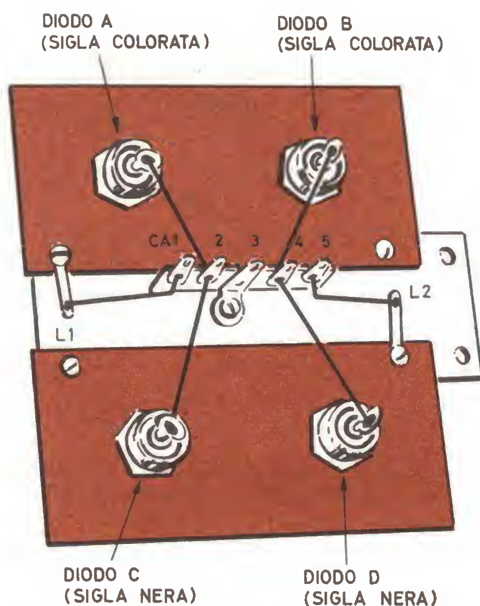



**Fig. 5 - Realizzazione del raddrizzatore principale.**

Come si vede nella *fig. 1,* il trigger è alimentato mediante la tensione stabilizzata dai due diodi zener, tranne il collettore di TR4 che è collegato al resistore R4 e quindi anche alla base del transistore TR5 che comanda i tre transistori di regolazione.
Poiché il transistore TR4 non ha corrente di collettore, non influisce sul circuito di comando dei transistori di regolazione, che pertanto può funzionare normalmente.
Quando si verifica **un sovraccarico o un cortocircuito**, avviene **la commutazione, per cui la corrente di collettore si interrompe** in TR3 e scorre invece in TR4.
La corrente di collettore di TR4 produce ai capi del resistore R4 una caduta di tensione tale per cui la tensione applicata alla base di TR5 diviene positiva, bloccando così il funzionamento di tale transistore, che a sua volta blocca i transistori di regolazione, annullando la tensione d'uscita dell'alimentatore e quindi la corrente erogata.
La tensione positiva presente sulla base di TR5 non può giungere sul collettore di TR2 a causa del diodo D5 che viene polarizzato inversamente dalla tensione stessa.
La commutazione del trigger si ottiene agendo sul base del transistore TR3, sia per interrompere la corrente di collettore sia per farla scorrere nuovamente.
Mediante l'opportuna regolazione dei potenziometri P2 e P3, la base del transistore TR3 viene portata in condizioni tali che un piccolo aumento della sua tensione risulta sufficiente ad interrompere la corrente di collettore.
L'aumento della tensione necessario per fare avvenire la commutazione viene ottenuto per mezzo del resistore R34 da 0,2 Ω posto in serie al morsetto positivo dell'alimentatore.
Infatti, quando aumenta la corrente erogata dall'alimentatore a causa di un sovraccarico o di un cortocircuito, aumenta pure la caduta di tensione che avviene ai capi del resistore, il quale è appunto collegato alla base di TR3 tramite il potenziometro P2 ed il resistore R27.
Per rimettere in funzione l'alimentatore dopo che il suo funzionamento si è interrotto, occorre far commutare nuovamente il trigger in modo che la corrente di collettore riprenda a scorrere nel transistore TR3.
A questo scopo, si preme un apposito pulsante che mette in cortocircuito il condensatore C10, determinando pertanto la sua carica; quando il pulsante viene rilasciato, il condensatoıe si ricarica assorbendo una corrente che attraversa il potenziometro P3.
A causa della caduta di tensione che la corrente di carica produce sul potenziometro, si riduce la tensione sulla base di TR3 e quindi torna a scorrere la corrente di collettore del transistore.

**Realizzazione pratica -** Nella *fig. 3* si può vedere come viene realizzato praticamente l'alimentatore stabilizzato.
Il telaio è costituito dal pannello inferiore dello stesso contenitore sul quale si montano vari profilati, a cui si fissano tutti i componenti. Allo stesso pannello inferiore viene fissato inoltre il pannello frontale su cui si trovano i due strumenti, i morsetti d'uscita e tutti i comandi dell'alimentatore.
Nella *fig. 4* sono mostrati i particolari del montaggio del trasformatore di alimentazione e dell'impedenza di filtro, con la basetta e la morsettiera utilizzate per l'ancoraggio dei loro terminali.
Nella *fig. 5* si può vedere invece come vengono montati i quattro diodi necessari per la realizzazione del raddrizzatore principale a ponte di Graetz. Per dissipare il calore prodotto durante il funzionamento, i diodi vengono montati su due apposite piastre dissipatrici fissate ad una terza piastra isolante. Le due piastre dissipatrici servono anche a collegare elettricamente tra loro gli anodi dei due diodi contrassegnati da una sigla nera ed i catodi dei due diodi contrassegnati da un sigla colorata: in tal modo risultano semplificati i collegamenti necessari per realizzare questo circuito.
Anche per i tre transistori di regolazione vengono usate piastre dissipatrici di calore, onde evitare che questi elementi possano raggiungere una temperatura eccessiva, pericolosa per la loro integrità.
Poiché il calore prodotto da questi transistori è notevole, si è montato ciascuno di essi su

un'apposita piastra, come si può vedere nella *fig. 6*. Le tre piastre vengono poi unite meccanicamente tra loro e fissate ai profilati montati sul pannello inferiore. In tal modo vengono sistemati gli elementi più importanti del circuito principale dell'alimentatore, mentre i componenti dei circuiti ausiliari sono montati su un circuito stampato, come si vede nella *fig. 7*.
A sua volta il circuito stampato viene fissato ai profilati del pannello inferiore in prossimità del pannello frontale in modo da poter eseguire facilmente i collegamenti necessari con gli elementi di comando montati sullo stesso pannello frontale.
L'alimentatore viene racchiuso infine in una custodia metallica munita di fori e di alette per favorire una efficace circolazione dell'aria necessaria al raffreddamento dei vari elementi.

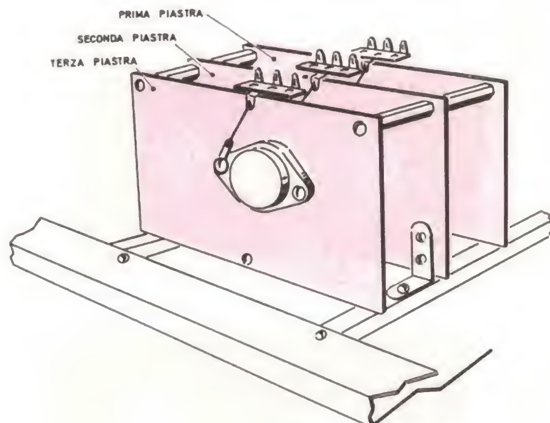
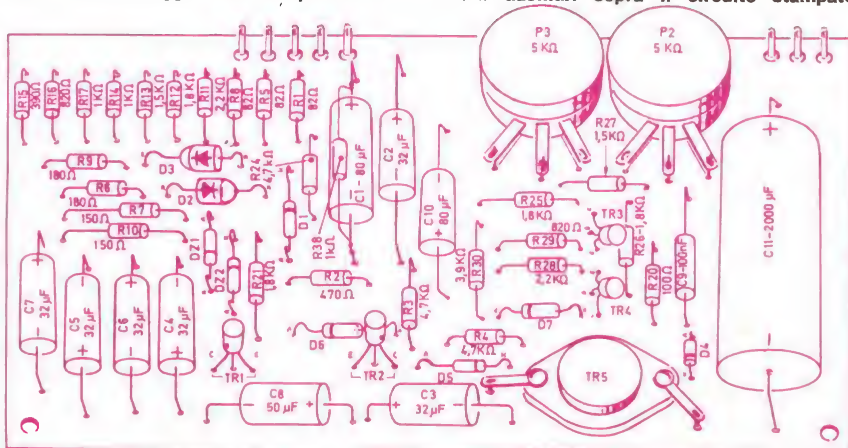



**Fig. 6 - Montaggio dei tre transistori di regolazione sopra tre apposite piastre dissipatrici di calore.**

**Uso dell'alimentatore stabilizzato** - Anzitutto conviene considerare i comandi disposti sul pannello frontale per comprendere chiaramente il significato dei segni riportati vicino ad essi: consideriamo perciò la *fig. 8,* in cui è mostrato tale pannello.
L'alimentatore viene messo in funzione mediante l'interruttore posto fra i due strumenti. Sotto l'interruttore è riportato uno zero per indicare che l'alimentatore non è in funzione quando la levetta dell'interruttore stesso è rivolta verso questo segno.
Viceversa, l'alimentatore risulta in funzione quando la levetta viene spostata verso l'alto, cioè verso il segno che si usa per indicare la tensione alternata, quale è appunto la tensione di rete.
D'altra parte, il fatto che l'alimentatore sia in funzione è anche indicato dall'accensione della lampadina che si trova sopra l'interruttore.
Messo in funzione l'alimentatore, si sceglie, mediante il commutatore rotante, uno dei quattro campi di regolazione della tensione, indicati appunto con i numeri da 1 a 4 riportati sopra la manopola del commutatore.
Entro il campo prescelto si può poi regolare la tensione mediante il potenziometro: il segno riportato sopra la sua manopola serve ad indicare che la tensione aumenta ruotando la manopola stessa verso destra.
La tensione fornita dall'alimentatore si preleva dai morsetti di uscita positivo e negativo, riconoscibili perché contrassegnati rispettivamente con i segni "+" e "—". Tra questi due morsetti se ne trova un terzo, sotto il quale è riportato il segno che si usa per indicare la massa di un'apparecchiatura: infatti, tale morsetto è collegato al contenitore e permette di connettere il morsetto positivo oppure il morsetto negativo al contenitore stesso, mediante un ponticello costituito da un pezzo di filo le cui estremità si introducono nei fori dei morsetti voluti. Conviene eseguire questa connessione quando

**Fig. 7 - Montaggio dei componenti dei circuiti ausiliari sopra il circuito stampato.**



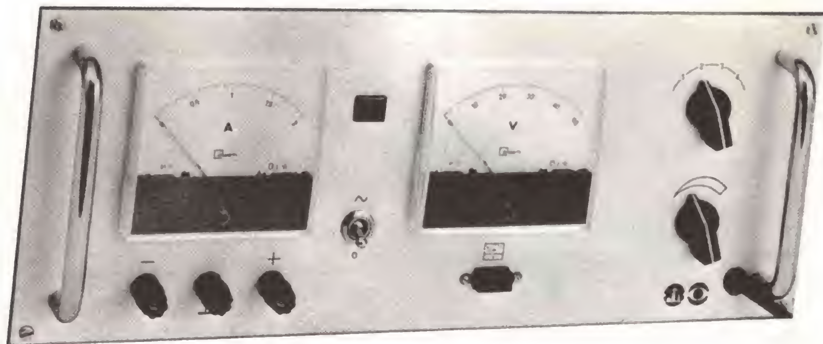



**Fig. 8 - Disposizione dei comandi sul pannello frontale dell'alimentatore stabilizzato.**

si alimentano apparecchiature alla cui massa deve essere collegato uno dei morsetti dell'alimentatore: in tal modo l'alimentatore e l'apparecchiatura alimentata vengono ad avere un'unica massa, che, all'occorrenza, può anche essere messa a terra collegando al morsetto centrale dell'alimentatore un conduttore proveniente da una presa di terra. Ciò risulta particolarmente utile nel caso in cui si debba alimentare un'apparecchiatura radioelettrica, il cui funzionamento può essere influenzato dal fatto di avere o meno la massa connessa a terra.

Infine, rimane da considerare il pulsante posto sotto il voltmetro, che permette di rimettere in funzione l'alimentatore dopo che il suo funzionamento ha subìto un'interruzione, in conseguenza della quale gli indici dei due strumenti montati sul pannello si portano sullo zero, essendosi annullata sia la tensione d'uscita sia la corrente erogata.

La freccia posta sull'indice del piccolo strumento rappresentato sopra il pulsante ha lo scopo di ricordare che, premendo tale pulsante, gli indici degli strumenti si riportano verso destra indicando nuovamente la tensione e la corrente.

Vediamo ora quali avvertenze è bene tenere presenti per il corretto uso dell'alimentatore.

Riguardo al circuito di protezione, conviene ricordare che, quando si interrompe il funzionamento dell'alimentatore, non si deve premere senz'altro il pulsante per rimettere in funzione l'apparecchio, essendo indispensabile eliminare anzitutto la causa del sovraccarico o del cortocircuito che ha prodotto l'interruzione del funzionamento.

Infine, è opportuno considerare alcune avvertenze relative al calore che si produce nell'alimentatore.

Quando si utilizza la tensione minima relativa al campo di regolazione prescelto, avviene la massima caduta di tensione ai capi dei tre transistori di regolazione.

Se la corrente erogata in queste condizioni è prossima a quella massima, nei transistori di regolazione avviene una notevole dissipazione di potenza con conseguente sviluppo di calore ed aumento di temperatura dei transistori stessi. Per ridurre la dissipazione di potenza, si può tenere presente che i campi di regolazione della tensione selezionabile mediante il commutatore si sovrappongono ai loro estremi.

Ad esempio, la tensione che si ottiene quando il commutatore è sulla posizione 2 e la manopola del potenziometro è ruotata verso l'estrema sinistra, può anche ottenersi con il commutatore sulla posizione 1 e con la manopola del potenziometro ruotata verso l'estrema destra.

Quest'ultima posizione dei comandi è preferibile, perché in tal modo avviene la minima caduta di tensione ai capi dei transistori di regolazione e si riduce conseguentemente la potenza dissipata.

Quanto detto è anche valido quando la stessa tensione può ottenersi con il commutatore sulle posizioni 2 e 3 oppure sulle posizioni 3 e 4: conviene disporre il commutatore sulla posizione 2 nel primo caso e sulla posizione 3 nel secondo caso, ruotando sempre la manopola del potenziometro verso l'estrema destra. ★

*L'alimentatore descritto nel presente articolo fa parte del Corso Strumenti allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito).*

*I materiali necessari al montaggio dell'alimentatore stabilizzato, corredati da 10 lezioni, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra (via Stellone 5, 10126 Torino) e possono essere inviati in 6 pacchi separati (quattro dei quali contengono materiali) al prezzo di L. 9.300 per pacco più spese postali, oppure in unico pacco per L. 56.000 tutto compreso con pagamento anticipato. L'apparecchiatura può inoltre essere fornita già montata al prezzo di L. 76.800 tutto compreso con pagamento anticipato.*

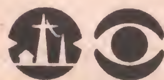
*(I pagamenti anticipati vanno effettuati con assegno bancario o con versamento sul c/c postale "2/214 - Scuola Radio Elettra - Torino").*

CORSO REGOLO CALCOLATORE

METODO A PROGRAMMAZIONE INDIVIDUALE®

- Regolo tascabile RIETZ
- Regolo elettronico ELEKTRON
- Regolo meccanico MECANICA
- Regolo per l'edilizia JAKOB
- Regolo commerciale MERCUR
- Regolo matematico DELTA

RICHIEDETE GRATIS E SENZA ALCUN IMPEGNO INFORMAZIONI ALLA



Scuola Radio Elettra

10126 Torino - Via Stellone 5/ 33



# UN VARIATORE DI LUCE

**Permette di adattare l'intensità luminosa degli ambienti alle varie esigenze**

Il variatore di luce o "lamp-dimmer" che presentiamo consente di variare l'intensità luminosa di lampade ad incandescenza in modo continuo da zero al massimo.

Alcuni anni fa la regolazione dell'intensità luminosa era usata solo per scopi industriali od in locali pubblici. Da quando ha avuto inizio la produzione di diodi controllati di piccola potenza e di basso costo, il "lamp-dimmer" è entrato nelle case, aggiungendosi alla schiera dei piccoli elettrodomestici.

Ciò è possibile grazie all'impiego di un diodo controllato. Questo dispositivo a semiconduttore, chiamato anche thyristore, permette, come il diodo, il passaggio della corrente in una sola direzione. Differisce dal diodo in quanto la presenza di un terzo elettrodo, chiamato *gate,* permette di variare l'intensità della corrente della semionda raddrizzata. A questo elettrodo, infatti, può essere applicato un impulso che regola l'angolo di circolazione della corrente della semionda raddrizzata.

Il contributo che un variatore di luce può dare al comfort di un ambiente è notevole, poiché permette di fissare l'illuminazione al livello più gradito o più appropriato per ogni occasione. Notevole è la sua utilità anche per una lampada da tavolo (per studio o da lavoro) in quanto consente di dosare la luce caso per caso e, quindi, di ridurre l'affaticamento degli occhi.

Il circuito che presentiamo consente di controllare una potenza massima di 350 W distribuita tra una o più lampade, per cui que-

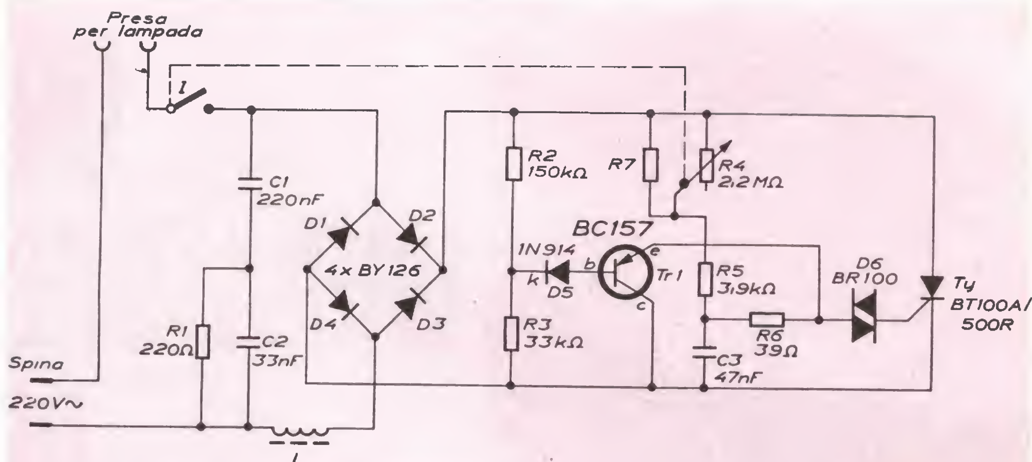



**Fig. 1 - Schema elettrico del variatore di luce descritto in questo articolo.**

**MATERIALE OCCORRENTE**

**(disponibile presso i distributori autorizzati della Philips-Elcoma)**

| | |
|---|---|
| R1 | = resistore da 220 Ω - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33221) |
| R2 | = resistore da 150 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33154) |
| R3 | = resistore da 33 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33333) |
| R5 | = resistore da 3,9 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33392) |
| R6 | = resistore da 39 Ω - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33399) |
| R4 | = potenziometro lineare da 2,2 MΩ con interruttore (2322 353 70715) |
| R7 | = resistore di taratura (eventuale) |
| C1 | = condensatore da 220 nF - 400 V, ± 20% (2222 342 50224 opp. 2222 342 51224) |
| C2 | = condensatore da 33 nF - 400 V, ± 10% (2222 342 51333 opp. 2222 342 50333) |
| C3 | = condensatore da 47 nF - 250 V, ± 10% (2222 342 45473) |
| Tr1 | = transistore BC157 oppure BC177 |
| D1, D2, D3, D4 | = diodi tipo BY126 |
| D5 | = diodo 1N914 |
| D6 | = diac BR100 |
| Ty | = diodo controllato (thyristore) BT100 A/ 500 R |
| L | = induttanza da 300 μH: 80 spire affiancate (in 3 strati) di filo di rame smaltato, ∅ 0,8 mm, avvolte su nucleo di ferrite 4B, ∅ 9,5 mm, lunghezza 32 mm; il nucleo si ottiene tagliando il nucleo C 9,5x100/4B |

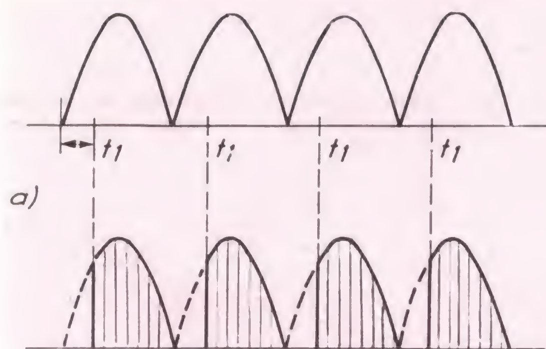
1 dissipatore di calore (per diodo controllato Ty) in alluminio spesso 1,2 mm, da 22 x 110 mm
1 manopola
1 presa bipolare passo-luce o simili
1 contenitore in materiale plastico
1 circuito stampato
1 spina bipolare passo-luce
Cordoni di collegamento e minuterie varie

NOTA - Le cifre poste fra parentesi, in corrispondenza dei vari materiali, indicano i numeri di codice dei componenti Philips-Elcoma usati per la costruzione del prototipo.

sto variatore può essere impiegato anche per regolare l'intensità luminosa di più lampade, come, ad esempio, nei lampadari.

**Descrizione del circuito** - Con riferimento allo schema illustrato nella *fig. 1*, si vede che la corrente che passa nel carico indicato nel circuito con "presa per lampada" si chiude attraverso il ponte raddrizzatore (D1, D2, D3, D4) ed il diodo controllato Ty. Il ponte è necessario in quanto il diodo controllato permette il passaggio di corrente in una sola direzione: pertanto, senza la presenza del ponte, sarebbe stato possibile utilizzare solo una semionda della tensione di rete.

Il diodo controllato si comporta come un interruttore che rimane aperto fino all'istante in cui riceve un impulso di corrente nel suo elettrodo di comando, detto gate. A partire da questo istante, esso lascia fluire la corrente tra anodo e catodo come un normale diodo. La corrente si estingue spontaneamente quan-



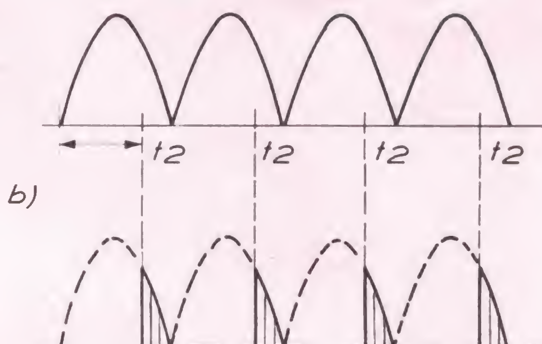




**Fig. 2 - Semionde di corrente che attraversano la lampada: in a) il tempo di circolazione della corrente è maggiore (e quindi più forte è l'intensità luminosa), mentre in b), dove il tempo di circolazione della corrente nella lampada è molto ridotto, la luminosità sarà più bassa.**

do, alla fine di ogni semionda, essa diventa zero; pertanto, è necessario che il diodo controllato venga innescato ad ogni semionda. Per variare la corrente efficace circolante nel carico (e, cioè, l'intensità luminosa della lampada) si varia il ritardo, rispetto all'inizio di ogni semionda, con cui si accende il diodo controllato.

Nel caso della *fig. 2-a,* l'accensione del diodo controllato avviene con un ritardo t1, mentre nella *fig. 2-b* avviene con un ritardo maggiore (t2); si vede chiaramente che la corrente (area tratteggiata) è molto meno intensa nel caso della *fig. 2-b.* L'innesco del diodo controllato è realizzato mediante il diac D6. Quest'ultimo è un dispositivo a semiconduttore della stessa famiglia dei diodi controllati, dai quali differisce in quanto permette il passaggio di un impulso di corrente nelle due direzioni. Esso permette di "accendere" nella maniera più semplice il diodo controllato. Il diac, infatti, genera un impulso di corrente quando la tensione ai suoi capi supera un determinato livello (circa 30 V).

La tensione sul diodo D6 è quella del condensatore C3. Variando la resistenza del potenziometro R4, si modifica la velocità di carica del condensatore C3; si varia così l'istante in cui la tensione sul condensatore C3 raggiunge la soglia di conduzione del diac e, di conseguenza, l'istante di accensione del diodo controllato.

Il transistore TR1 ha il compito di scaricare il condensatore C3 alla fine di ogni semionda, in modo che, all'inizio della semionda successiva, esso si trovi sempre scarico.

Il gruppo R1, C1, C2 ed L è un filtro a radiofrequenza che ha il compito di impedire che i disturbi generati dalla rapida "chiusura" del diodo controllato passino sulla rete e vadano a disturbare ricevitori radio e televisori.

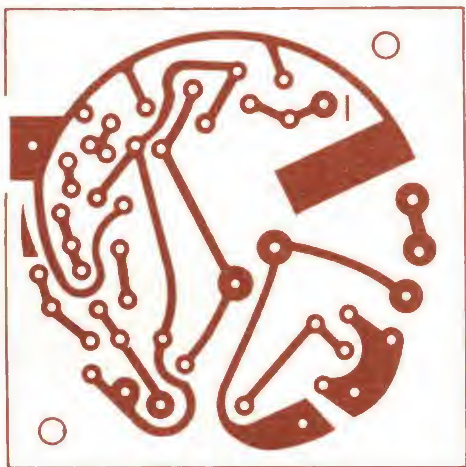
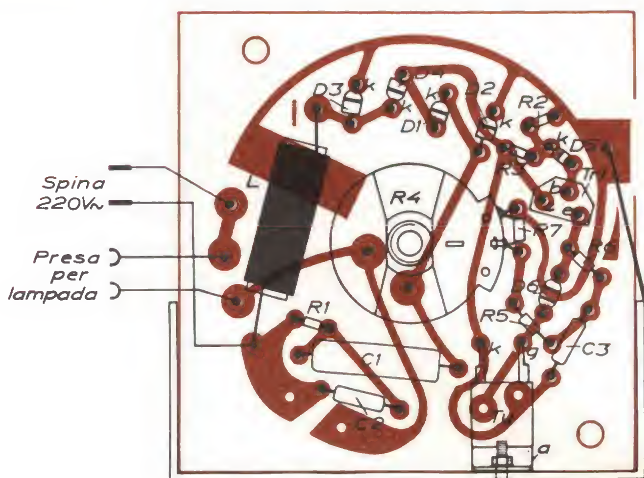


Fig. 3 - **Rappresentazione, in grandezza naturale, del circuito stampato per il montaggio del variatore.**

**Fig. 4 - Disposizione dei componenti sulla piastrina del circuito stampato.**




**Costruzione** - Il prototipo è stato in gran parte realizzato con componenti reperibili presso i distributori Philips-Elcoma, ad eccezione del circuito stampato, del contenitore e di alcune minuterie facilmente reperibili ovunque.

Nella *fig. 3* è rappresentato, in grandezza naturale, il circuito stampato necessario per il montaggio, visto dalla parte delle piste di rame, mentre nella *fig. 4* è visibile la disposizione dei componenti sul circuito stesso. Il thyristore va fissato con una vite da 3 x 6 e relativo dado su una squadretta di alluminio, che funziona da dissipatore termico. Occorre inoltre fissare la squadretta alla massa del circuito stampato, tramite un capocorda di ancoraggio. Questo collegamento va particolarmente curato perché la linguetta di fissaggio corrisponde all'anodo del thyristore.

Il dispositivo, completato con gli appositi cavi per il collegamento alla rete luce ed alle lampade utilizzatrici, può essere sistemato in un contenitore di materiale plastico, come illustrato nella *fig. 5*.

**Regolazione ed impiego** - È consigliabile collegare in parallelo al potenziometro R4 un resistore di taratura scelto in modo tale che, con il potenziometro al massimo valore di resistenza, il filamento della lampada sia ap-

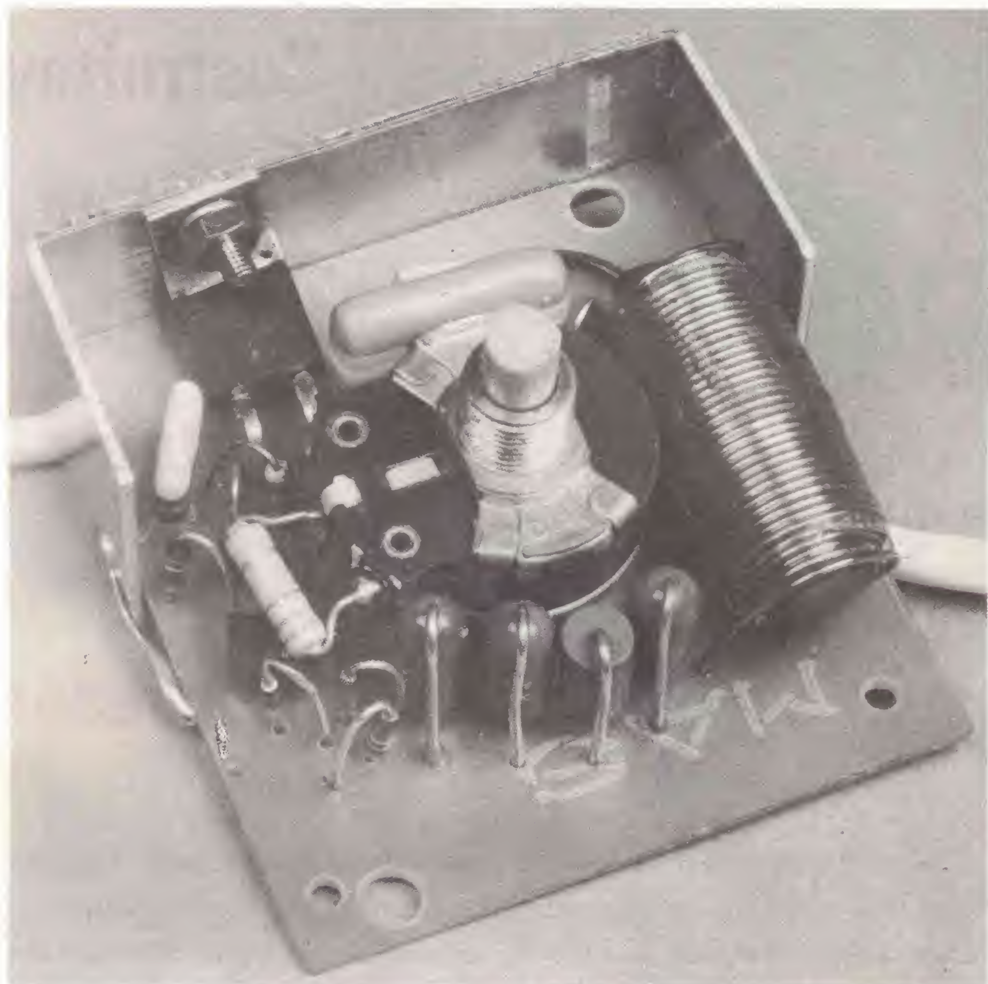


**Fig. 5 - Piastrina del circuito stampato con i componenti montati e sistemati in un contenitore.**

pena visibile. In questo modo si utilizza per intero la corsa del potenziometro. Il valore di questo resistore potrà essere compreso tra 1 MΩ e 4 MΩ.

Il regolatore qui descritto, come indicato nella *fig. 1,* è munito di due cordoni dei quali uno termina con una spina e l'altro con una presa. La spina sarà inserita nella presa di rete c.a. (220 V), mentre alla presa farà capo il carico composto da una o più lampade, collegate tra loro in parallelo, con una potenza complessiva non superiore a 350 W.

Quando la manopola dell'interruttore è ruotata completamente in senso antiorario, l'apparecchiatura è spenta. Subito dopo lo scatto, ruotando la manopola in senso orario, la lampada (o le lampade) avranno il filamento appena visibile, come detto sopra, mentre, continuando a girare la manopola in senso orario, si avrà la massima luminosità. ★

*Questo articolo è stato redatto in collaborazione con la Philips-Elcoma; per ulteriori informazioni sul progetto e sui materiali occorrenti, rivolgersi alla redazione di Radiorama. L'elenco dei distributori autorizzati della Philips-Elcoma è pubblicato in questo numero di Radiorama a pag. 40.*



# Costruitevi una fonovaligia portatile a transistori

La fonovaligia che presentiamo, pur nella sua semplicità, possiede tutti i requisiti di un ottimo e maneggevole riproduttore fonografico con il quale potrete ascoltare qualsiasi disco a 33 ed a 45 giri. Per le sue ridotte dimensioni e per la linea piacevolmente moderna, essa non mancherà di diventare un'inseparabile compagna per le ore di svago, in casa ed all'aperto, o nelle animate riunioni con gli amici. Questo simpatico ed interessante apparecchio è costituito da un giradischi a due velocità e da un amplificatore BF a transistori munito di un altoparlante di buona qualità, che consente un elevato volume sonoro.

**Particolarità del giradischi** - Il giradischi utilizzato in questa fonovaligia ha un meccanismo particolarmente semplice e sicuro che garantisce il funzionamento per lungo tempo senza alcun inconveniente.

Il suo motore viene alimentato, come l'amplificatore BF, a 9 V (ottenuti con sei pile da 1,5 V collegate fra loro in serie) ed il suo consumo è relativamente modesto.

La velocità di rotazione è perfettamente esatta sino ad una percentuale abbastanza bassa di erogazione delle pile di alimentazione, grazie all'efficace azione del regolatore elettronico di velocità incorporato.

L'avvio del motore e l'accensione dell'amplificatore BF si ottengono contemporanea-

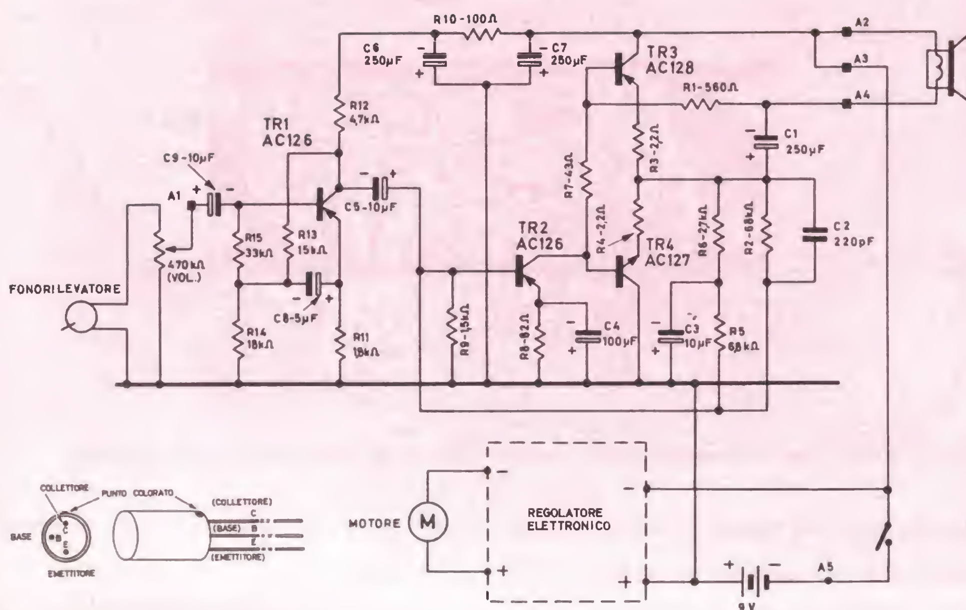



**Fig. 1 - Schema elettrico della fonovaligia portatile a transistori.**

## MATERIALE OCCORRENTE

2 alette di raffreddamento per i transistori AC128 e AC127
1 altoparlante ∅ 100 mm da 8 Ω
1 capocorda di massa
1 circuito stampato BF
C1, C6, C7 = condensatori da 250 µF - 9/12 Vl
C2 = condensatore da 220 pF
C3, C5, C9 = condensatori da 10 µF - 9/12 Vl
C4 = condensatore da 100 µF - 9/12 Vl
C8 = condensatore da 5 µF - 9/12 Vl
1 contenitore per fonovaligia, completo di coperchio
4 dadi da 3 MA
1 giradischi a due velocità - 9 V
1 manopola per potenziometro
1 matassa di filo trecciola rosso
1 matassa di filo trecciola nero
2 contatti con molle per il portapile
2 contatti semplici in ottone per il portapile
1 piastra metallica di supporto per potenziometro e circuito stampato
6 pile da 1,5 V - mezza torcia
1 potenziometro da 470 kΩ senza interruttore
R1 = resistore da 560 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
R2 = resistore da 68 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R3, R4 = resistori da 2,2 Ω - 0,5 W, toll. ±5%
R5 = resistore da 6,8 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R6 = resistore da 2,7 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R7 = resistore da 43 Ω - 0,5 W, toll. ±5%
R8 = resistore da 82 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
R9 = resistore da 1,5 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R10 = resistore da 100 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
R11 = resistore da 1,8 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R12 = resistore da 4,7 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R13 = resistore da 15 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R14 = resistore da 18 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
R15 = resistore da 33 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%

2 squadrette a Z per il fissaggio dell'altoparlante
1 squadretta a L per il fissaggio del circuito stampato
2 transistori AC126 o tipi equivalenti
1 transistore AC128 o tipo equivalente
1 transistore AC127 o tipo equivalente
2 viti autofilettanti per il fissaggio dell'altoparlante P6 x 6,5
2 viti da 3 x 6 mm
2 viti da 3 x 10 mm TS
4 viti autofilettanti per il fissaggio del giradischi al contenitore e minuterie varie.

mente, facendo scattare l'interruttore solidale con il braccio del fonorilevatore spostando questo verso destra.

A riproduzione ultimata del disco, il piatto portadischi si arresta automaticamente e, nello stesso tempo, si apre il circuito di alimentazione dell'amplificatore BF.

Dal punto di vista elettrico, il fonorilevatore usato riproduce fedelmente una vasta gamma di frequenze.

Il segnale fornito è sufficientemente alto, così da non costringere ad un aumento eccessivo dell'amplificazione dell'amplificatore BF, a scapito della fedeltà di riproduzione.

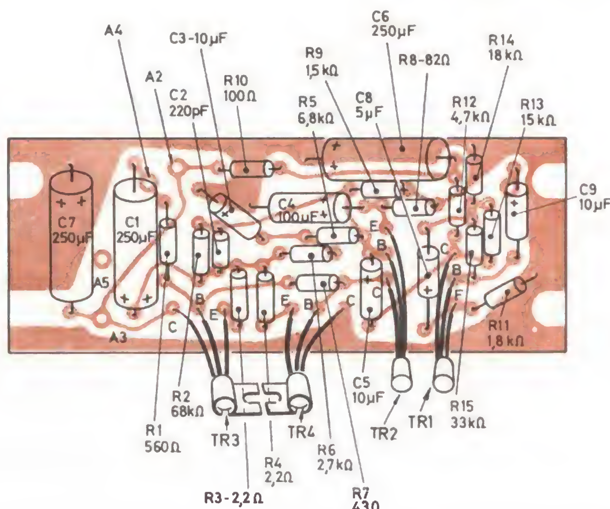



**Fig. 2 - Montaggio dei componenti dell'amplificatore BF sul circuito stampato.**

Nella posizione di riposo, il braccio è trattenuto nella sua sede di bloccaggio e ciò, oltre a non permettere al braccio stesso alcun movimento durante il trasporto della fonovaligia, protegge anche la puntina da qualsiasi urto.

**Funzionamento dell'amplificatore BF -** Il circuito dell'amplificatore incorporato nella fonovaligia non presenta particolarità di sorta (*fig. 1*).

Esso è costituito da tre stadi: uno stadio preamplificatore, uno stadio pilota ed uno stadio finale di potenza.

Lo stadio preamplificatore, che impiega il transistore TR1-AC126 (o tipo equivalente), funziona in classe A ed ha il compito di effettuare la prima amplificazione del segnale BF proveniente dal fonorilevatore. La principale caratteristica di questo stadio è quella di presentare un'elevata impedenza d'ingresso, dovendo essere collegato alla testina del fonorilevatore di tipo ceramico od a cristallo, anch'essa ad elevata impedenza.

Il segnale da amplificare giunge alla base del transistore TR1 attraverso il potenziometro da 470 kΩ, il quale svolge quindi la funzione di regolatore del volume sonoro.

Tramite il condensatore di accoppiamento C5, il segnale preamplificato viene successivamente inviato allo stadio pilota, costituito dal transistore TR2 - AC126 (o tipo equivalente), il cui compito è quello di fornire l'adatto segnale di comando allo stadio finale.

Quest'ultimo stadio, formato dai transistori TR3 - AC128 (o tipo equivalente) e TR4 - AC127 (o tipo equivalente), ha la caratteristica di essere del tipo in controfase a simmetria complementare.

Il segnale amplificato dallo stadio pilota è direttamente applicato ad entrambe le basi dei transistori finali contemporaneamente; poiché, come già detto, i transistori finali

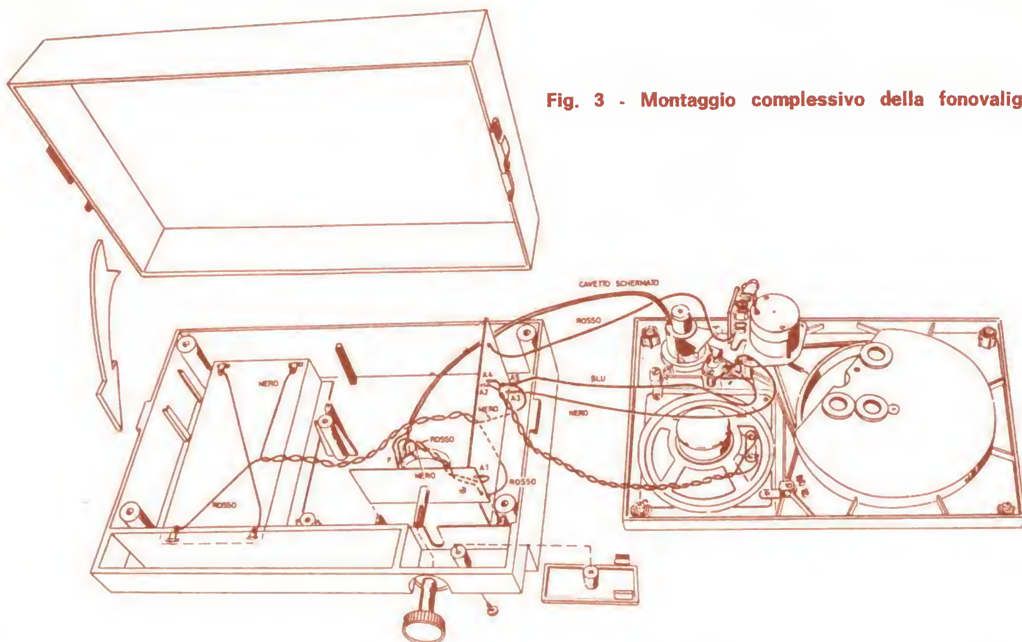



Fig. 3 - Montaggio complessivo della fonovaligia.

sono di tipo complementare, l'uno condurrà solamente durante le semionde negative, l'altro durante le semionde positive.

In particolare, durante le semionde negative del segnale amplificatore, condurrà solamente il transistore TR3 e la bobina mobile dell'altoparlante sarà percorsa dalla corrente di questo transistore.

Durante le semionde positive condurrà invece soltanto il transistore TR4, e la bobina mobile sarà attraversata dalla corrente di tale transistore.

I resistori R5 e R6 connessi fra il punto di unione dei resistori R4 - R3 e l'ingresso dello stadio pilota, determinano una controreazione in corrente continua che provvede a stabilizzare la corrente di collettore del transistore pilota e, di conseguenza, anche la corrente di emettitore dello stadio finale. Il gruppo formato da C2 - R2 provvede a fornire una controreazione in alternata all'ingresso di TR2, la quale, anche se riduce l'amplificazione, contribuisce però efficacemente ad estendere la banda passante dell'amplificatore ed a ridurre la distorsione di forma.

L'altoparlante utilizzato dall'amplificatore, del diametro di 100 mm, è in grado di fornire un'ottima resa sonora.

**Realizzazione pratica dell'amplificatore BF** - La costruzione della fonovaligia inizia con il montaggio dell'amplificatore i cui componenti vengono sistemati su un'apposito circuito stampato serigrafato, avente le dimensioni di 50 x 130 mm.

Questo montaggio è molto semplice; basta seguire la *fig. 2* e disporre i componenti previsti in corrispondenza dei relativi contrassegni disegnati, con vernice bianca, sul circuito stampato stesso, eseguendo poi le saldature sulle piste di rame.

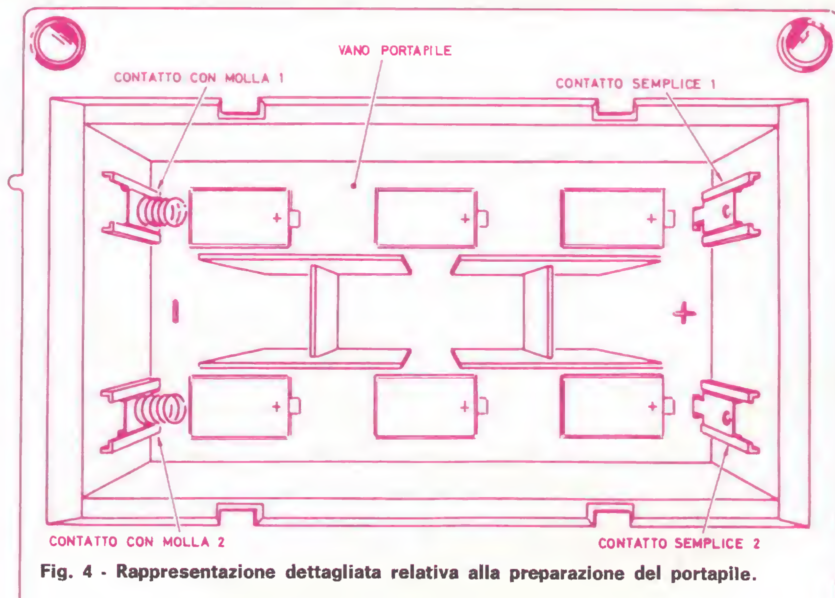



**Fig. 4 - Rappresentazione dettagliata relativa alla preparazione del portapile.**

Con tale sistema la possibilità di errore è minima, per non dire nulla.

Dapprima si collegano i resistori ed i condensatori e si saldano sulle piste di rame i cilindretti di ancoraggio (contraddistinti con la lettera A seguita da un numero), la cui funzione è di consentire i collegamenti esterni al circuito stampato.

Bisogna porre molta attenzione alle polarità dei condensatori elettrolitici, poiché i transistori non sopportano sovratensioni o tensioni invertite senza subire danni.

Si provvederà, in ultimo, a collegare i quattro transistori: si isoleranno i tre terminali che dovranno essere saldati, lasciandoli lunghi il più possibile, per evitare che il calore della saldatura, non avendo dispersione, si irradi lungo un terminale e distrugga irrimediabilmente il transistore.

Anche il saldatore deve essere mantenuto nel punto di saldatura solo per il tempo strettamente necessario alla fusione dello stagno.

È bene porre molta attenzione al punto colorato che è situato alla base del transistore, in quanto esso serve a contraddistinguere il collettore, come si può rilevare nel particolare della *fig. 1*.

Infine, occorre infilare la relativa aletta di raffreddamento sui transistori TR3 e TR4.

**Montaggio del complesso** - Disposti i componenti sul circuito stampato, come descritto in precedenza, non resta che iniziare il montaggio vero e proprio del complesso.

Si fissa innanzitutto l'altoparlante mediante due squadrette a Z, nell'apposita sede prevista sulla parte interna della piastra di supporto del giradischi, come si vede nella *fig. 3*.

Occorre ora preparare il portapile; questo è costituito da quattro contatti metallici, due dei quali muniti di molla, che saranno sistemati nel vano portapile del contenitore.

Ciascun contatto è inoltre munito di una linguetta per porterlo collegare al circuito. Si infilano, quindi, i quattro contatti del portapile nelle relative sedi all'uopo previste, esattamente come indicato nella *fig. 4*.

Si procede poi ad eseguire i collegamenti alle linguette dei contatti, che fuoriescono dalla parte interna del contenitore, saldando uno spezzone di filo trecciola nero lungo 35 cm sulla linguetta del contatto con molla 2 ed uno spezzone di filo trecciola rosso lungo 35 cm sulla linguetta del contatto semplice 1.

Si provvede, infine, a collegare fra loro mediante uno spezzone di filo trecciola nero il contatto con molla 1 ed il contatto semplice 2.

A questo punto si procederà alla sistema-

**CARATTERISTICHE DELLA FONOVALIGIA**

- Amplificatore BF a quattro transistori con stadio finale a simmetria complementare da 500 mW di potenza.
- Giradischi a due velocità (33 e 45 giri) con possibilità di riprodurre dischi di qualsiasi diametro.
- Regolazione elettronica della velocità.
- Alimentazione mediante 6 pile da 1,5 V - mezza torcia. L'apparecchio si accende e si spegne automaticamente all'inizio ed al termine del disco.
- Contenitore in materiale antiurto in 2 colori.
- Dimensioni: 300 x 235 x 80 mm.

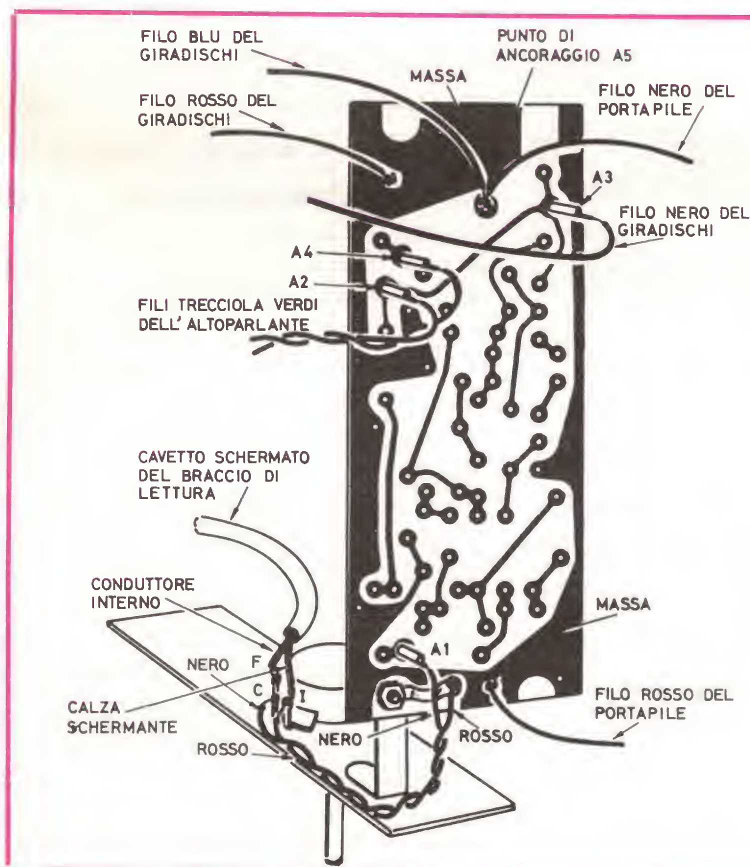



Fig. 5 - Sistemazione del potenziometro e del circuito stampato.

zione del circuito stampato BF, mediante una squadretta a L, e del potenziometro sull'apposita piastra metallica di supporto (*fig.* 5).

Eseguito il fissaggio di queste parti, si dovrà collegarle elettricamente facendo ancora riferimento alla stessa *fig.* 5.

Al termine del cablaggio è opportuno compiere un accurato controllo dei collegamenti realizzati, seguendo lo schema elettrico e le figure relative ai vari montaggi, eliminando eventuali inesattezze.

**Completamento del montaggio ed osservazioni generali** - A questo punto si deve introdurre la piastra metallica di supporto, sulla quale sono fissati il circuito stampato BF ed il potenziometro, nelle apposite scanalature del contenitore e, dopo avere infilato la manopola del potenziometro, sistemare il giradischi sul contenitore fissandolo ad esso mediante quattro viti autofilettanti (*fig.* 3).

Infine si inseriscono le sei pile da 1,5 V nel portapile. Completato, con quest'ultima operazione, il montaggio della fonovaligia, non rimane che provarne il funzionamento.

La messa in funzione di questo apparecchio è molto semplice.

Si dispone il disco da ascoltare sul piatto portadischi e, dopo avere selezionato la velocità di rotazione richiesta dal disco, si sposta verso l'esterno il braccio fonorilevatore mettendo così in movimento il giradischi ed alimentando l'amplificatore.

Appoggiando la puntina del braccio fonorilevatore sul disco si deve ottenere una riproduzione chiara e forte.

Al termine del disco la fonovaligia si spegne automaticamente.

Questo apparecchio non richiede particolari precauzioni per il suo funzionamento, ad eccezione delle normali cure con le quali si deve maneggiare il braccio fonorilevatore.

Per una buona conservazione delle pile non bisogna tenere accesa la fonovaligia per lungo tempo, ma dar modo alle pile, con un certo periodo di riposo, di depolarizzarsi.

Con questo auguriamo "buon lavoro" a tutti coloro che si cimenteranno in questa simpatica realizzazione, utilissima nei week-end familiari e tanto più interessante in quanto di facilissima costruzione. ★

*Questa apparecchiatura fa parte del Corso Sperimentatore allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito, dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito). I materiali necessari per il montaggio della fonovaligia, corredati dalle istruzioni per il montaggio e l'uso, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra, via Stellone 5, 10126 Torino e possono essere spediti in due pacchi separati al prezzo di L. 7.500 per pacco più spese postali, oppure in unico pacco al prezzo di L. 14.000 più spese di spedizione. La fonovaligia può essere inoltre fornita già montata al prezzo di L. 16.500 più spese postali.*

# amplificatore per ascoltare in molti una conversazione telefonica

Non sono rari i casi in cui una conversazione telefonica deve essere udita da più di una persona e l'amplificatore telefonico che descriviamo è in grado di soddisfare a questa esigenza. Il suo impiego non richiede nessuna autorizzazione da parte della società che gestisce questo servizio, in quanto il suo uso non prevede alcuna manomissione dell'apparecchio telefonico installato.

**Compiti che deve assolvere l'amplificatore telefonico** - In qualsiasi apparecchio telefonico si trova un trasformatore che serve a separare il circuito interno da quello esterno e, nello stesso tempo, ad adattare il circuito esterno con quello interno dell'apparecchio, in maniera da rendere il segnale udibile nel ricevitore.
Come tutti i trasformatori, anche quello incorporato nel ricevitore telefonico produce campi magnetici dispersi, la cui intensità varia al variare dell'intensità della corrente B.F. che passa nel trasformatore, Questa corrente B.F. "contiene", come è noto, la conversazione telefonica.
Sistemando all'esterno dell'apparecchio telefonico una bobina, nelle vicinanze del trasformatore, è quindi possibile che i suddetti campi magnetici dispersi inducano in essa un segnale, ovviamente debole, ma che, opportunamente amplificato, può essere riudito in un altoparlante. Compito dell'amplificatore telefonico è pertanto quello di amplificare il debolissimo segnale indotto nella bobina. Come si vede, per ottenere ciò, non è necessario effettuare nessuna modifica nell'apparecchio telefonico esistente, in quanto basta semplicemente "posizionare" la bobina nel punto del contenitore dell'apparecchio dove internamente si trova il trasformatore (ved. figura in testata).

**Descrizione del circuito** - La bobina è indicata nello schema della *fig. 1* con la

**Fig. 1 - Schema elettrico dell'amplificatore telefonico.**

## MATERIALE OCCORRENTE

(disponibile presso i distributori autorizzati della Philips - Elcoma)

| | |
|---|---|
| R1 | = resistore da 1 MΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33105) |
| R2 | = resistore da 180 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33184) |
| R3 | = resistore da 5,6 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33562) |
| R4 | = resistore da 1,5 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33152) |
| R5 | = resistore da 4,7 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33472) |
| R6 | = resistore da 10 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33103) |
| R7 | = resistore da 33 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33333) |
| R8 | = resistore da 3,3 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33332) |
| R9 | = resistore da 56 Ω - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33569) |
| R10 | = resistore da 1 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33102) |
| R11, R12 | = resistori da 5,6 Ω - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33568) |
| R13 | = resistore da 15 kΩ - 0,25 W, ± 5% (2322 101 33153) |
| C1 | = condensatore elettrolitico da 1 μF - 40 V (2222 002 17108) |
| C2 | = condensatore elettrolitico da 125 μF - 10 V (2219 019 03029) |
| C3 | = condensatore elettrolitico da 1 μF - 40 V (2222 002 17108) |
| C4 | = condensatore elettrolitico da 10 μF - 25 V (2222 002 16109) |
| C5 | = condensatore elettrolitico da 1 μF - 40 V (2222 002 17108) |
| C6 | = condensatore elettrolitico da 100 μF - 6,4 V (2222 001 13101) |
| C7 | = condensatore elettrolitico da 25 μF - 10 V (2222 002 14259 opp. 2222 001 13259) |
| C8 | = condensatore elettrolitico da 125 μF - 10 V (2219 019 03029) |
| AP1 | = altoparlante da 25 Ω - 3" (2422 257 23704) |
| D1 | = diodo OA85 (oppure OA95) |
| L1 | = 3.000 spire di filo di rame smaltato del ∅ 0,1 mm su supporto (4322 021 30330) con nucleo in ferroxcube 4B, ∅ 9,5x30 mm che si ottiene tagliando il nucleo C 9,5 x 100/4B |
| TR1 | = transistore BC148 B oppure BC108 B |
| TR2 | = transistore BC148 B oppure BC108 B |
| TR3 | = transistore AC127 } accoppiati |
| TR4 | = transistore AC128 } accoppiati |

1 interruttore unipolare a slitta
1 circuito stampato
1 contenitore (scatoletta) di materiale plastico
Ventosa di gomma o di plastica, viti, dadi, filo per collegamenti e minuterie varie

NOTA - Le cifre poste fra parentesi, in corrispondenza dei vari materiali, indicano i numeri di codice dei componenti Philips-Elcoma usati per la costruzione del prototipo.

sigla L1; essa verrà descritta più dettagliatamente in seguito; comunque, si tenga presente che dovrà essere opportunamente fissata ad una specie di ventosa, capace di autoattaccarsi alla parete dell'apparecchio telefonico, in corrispondenza del trasformatore, nel punto in cui i campi magnetici dispersi del trasformatore raggiungono la massima intensità.

Come risulta dalla *fig. 1,* il circuito elettrico si può considerare diviso in due parti, che sono precisamente l'amplificatore di potenza ed il compressore di volume.

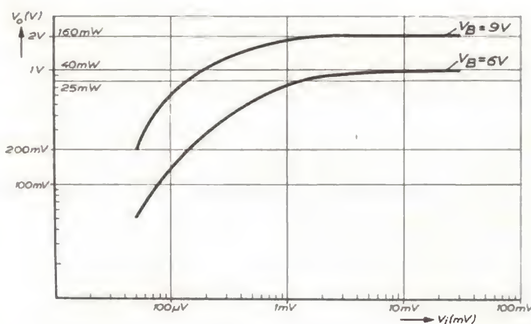



**Fig. 2 - Curve di compressione dell'amplificatore.**

*1ª Parte - Amplificatore di potenza* - In questo amplificatore, TR2 è un transistore che pilota la coppia finale composta da TR3 e TR4 (TR3 è un n-p-n e TR4 un p-n-p) in un circuito del tipo a simmetria complementare.

L'altoparlante ha un'impedenza di 25 Ω. e con tensione di alimentazione di 9 V (pila nuova) si ottiene una potenza "indistorta" di 160 mW ($d_{tot} \leq 10\%$). In condizioni di pila scarica (~6 V), la potenza d'uscita è di 40 mW, ancora sufficiente a permettere l'ascolto.

L'altoparlante è un tipo da 3 pollici con impedenza di 25 Ω alla frequenza di 1.000 Hz. La sua frequenza di risposta presenta un picco in corrispondenza dei 3.000 Hz, e, pertanto, questo altoparlante è molto adatto alla riproduzione della parola; anche la sua sensibilità è buona se si considerano le sue ridotte dimensioni. Nella *fig. 2* sono disegnate due curve, una relativa ad una tensione di alimentazione di 9 V, e l'altra di 6 V. L'ascissa rap-

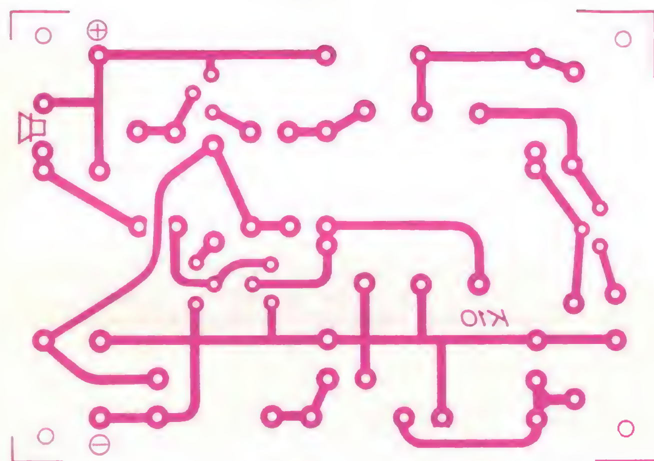



**Fig. 3 - Circuito stampato in grandezza naturale per l'amplificatore, visto dal lato delle piste di rame.**

**Fig. 4 - Particolare della piastrina del circuito stampato sulla quale sono stati montati tutti i componenti.**

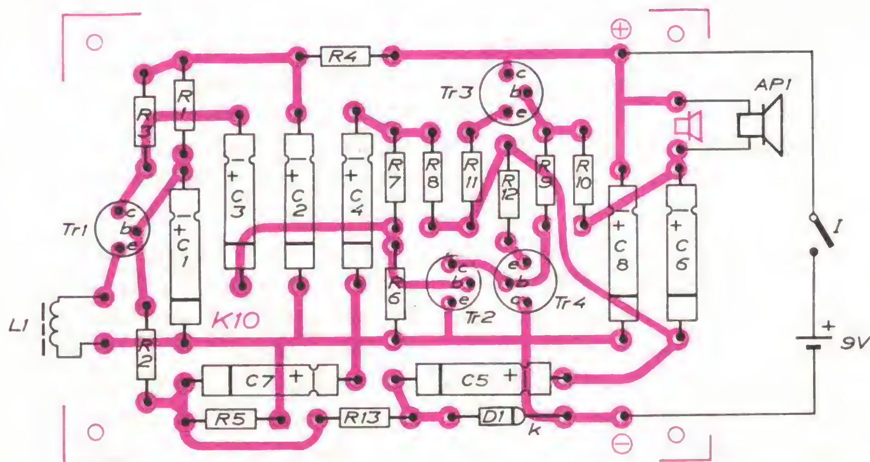




**Fig. 5 - Ecco come si presenta internamente l'amplificatore telefonico. A sinistra, la bobina munita di ventosa; l'altoparlante viene fissato sulla parte interna del coperchio del contenitore, mentre la piastrina del circuito stampato e le batterie sono sistemate sul fondo della scatoletta.**

presenta la tensione d'ingresso dell'amplificatore (Vi) corrispondente alla tensione indotta in L1; in ordinata, sono invece riportate la tensione ai capi dell'altoparlante e la potenza relativa. È facile riscontrare come fra le due tensioni non esista proporzionalità. Ciò è dovuto alla seconda parte del circuito.

*2ª Parte - Compressore di volume* - Non avendo questo amplificatore telefonico alcun regolatore manuale di volume, che d'altra parte sarebbe stato difficile da regolare, è stato previsto un compressore di volume formato dal diodo D1 e dal transistore TR1. Il diodo D1 riceve il segnale d'uscita dal condensatore C5. Tale segnale viene raddrizzato da D1, il cui carico è composto dai resistori R5 e R13, e filtrato dal condensatore C7. Pertanto, ai capi del condensatore C7 si ottiene una tensione continua variabile da zero a circa 1 V. Questa tensione continua, dipendente dalla tensione d'uscita, serve a variare la tensione applicata alla base di TR1, la quale, a sua volta, variando la corrente di collettore di questo transistore, ne varierà il guadagno di tensione. Quanto maggiore sarà la tensione negativa ai capi del condensatore C7 (e quindi più piccola la tensione in base del transistore TR1), tanto minore sarà l'am-

plificazione di TR1; ne consegue che i segnali forti saranno poco amplificati, mentre saranno molto amplificati i segnali deboli.

**Costruzione** - I componenti usati per il montaggio sono facilmente reperibili presso i distributori autorizzati Philips-Elcoma, ad eccezione del contenitore, che può essere scelto a piacere, dell'interruttore unipolare a slitta e del circuito stampato che deve essere autocostruito.

Il circuito stampato sul quale si montano quasi tutti i componenti dell'amplificatore si realizza partendo da un pezzo di laminato fenolico per circuiti stampati, avente le dimensioni di 86 x 61 mm.

Nella *fig. 3* è illustrato il circuito stampato in grandezza naturale, visto dal lato delle piste di rame, mentre nella *fig. 4* è visibile il circuito dal lato del montaggio dei componenti.

Non ci sono difficoltà di montaggio: ovviamente, occorre disporre in modo corretto i terminali dei transistori e dei condensatori elettrolitici, rispettando rigorosamente le polarità di questi ultimi.

Il circuito stampato montato può trovare posto in una scatola di materiale plastico, come quella indicata nella figura della testata e nella *fig. 5*.

Le due batterie da 4,5 V disposte in serie sono anch'esse alloggiate nella scatola e bloccate con nastro adesivo.

L'altoparlante va fissato su un pannello opportunamente forato.

Per la costruzione della bobina L1, le cui dimensioni geometriche sono direttamente proporzionali al livello di segnale indotto nella bobina stessa, si deve usare un nucleo di ferroxcube.

Impiegando un nucleo di ferroxcube, avente le dimensioni segnate nella *fig. 6* (lunghezza 30 mm, diametro 9,5 mm), si può usare per la bobina il supporto Philips indicato nell'elenco materiali (questo supporto è caratteristico del nucleo ad olla P26/16). Su questo supporto si avvolgono circa 3.000 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,1 mm; in questa maniera, l'induttanza della bobina sarà di circa 300 mH. I terminali della bobina verranno collegati ad un filo schermato lungo 50 ÷ 100 cm.

È indispensabile collegare la fine dell'avvolgimento alla calza del filo schermato e, di conseguenza, l'inizio della bobina verrà collegato al conduttore interno: ciò allo scopo di ridurre i segnali spuri captati dalla bobina stessa (scariche elettriche di varia origine, come campanelli, motori, ecc.). ★

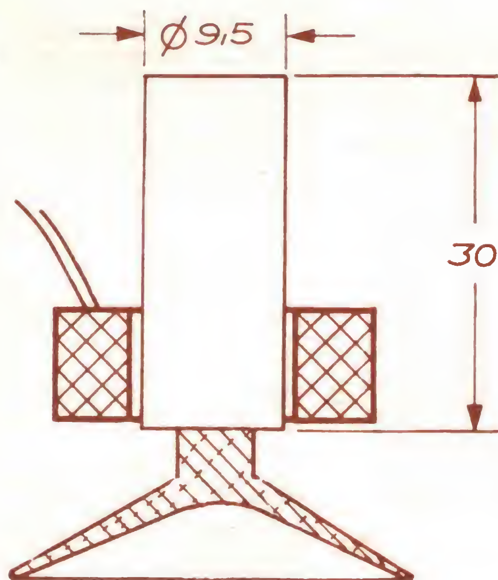



**Fig. 6 - Particolari costruttivi della bobina L1.**

*Questo articolo è stato redatto in collaborazione con la Philips-Elcoma; per ulteriori informazioni sul progetto e sui materiali occorrenti rivolgersi alla redazione di Radiorama.*

*L'elenco dei distributori autorizzati della Philips-Elcoma è pubblicato, in questo numero di Radiorama, a pag. 40.*

# OSCILLATORE




# MODULATO

## Mod. Elettra 412

***Si tratta di uno strumento necessario per la taratura e la messa a punto dei radioricevitori***

L'oscillatore modulato mod. 412 è uno strumento in grado di fornire un segnale RF modulato o no, la cui frequenza può essere variata entro determinati limiti, stabiliti dalla gamma di funzionamento, agendo su un'apposita manopola situata sul pannello dello strumento stesso.

Il segnale da esso generato è simile a quello irradiato dalle stazioni radiotrasmittenti; infatti il segnale prodotto dall'oscillatore può essere modulato in ampiezza con un segnale BF. Applicando questo segnale alla presa d'antenna di un radioricevitore, è possibile effettuare il collaudo e la ricerca dei guasti negli stadi amplificatori a RF ed a FI.

Inoltre, l'oscillatore modulato è indispensabile per eseguire la taratura, cioè la messa a punto dei circuiti accordati dei radioricevitori.

È possibile infine prelevare dall'oscillatore solamente il segnale modulatore BF, il quale può essere utilizzato per il collaudo degli stadi amplificatori BF.

L'oscillatore modulato è formato essenzialmente da quattro parti distinte, e cioè: dall'alimentatore, dall'oscillatore RF, dall'oscillatore BF (modulatore), dall'attenuatore d'uscita; di cia-

**Fig. 1 - Schema elettrico completo dell'**[redacted] oscillatore

## MATERIALE OCCORRENTE

1 cambiatensione rotante
3 condensatori elettrolitici da 32 µF - 350 Vl
2 condensatori ceramici da 4,7 nF - 500 Vl
1 condensatore a mica da 500 pF - 1 kVp
1 condensatore a carta da 22 nF - 630 Vl
1 condensatore variabile ad aria da 500 pF con compensatore
3 condensatori a mica da 220 pF - 1 kVp, toll. ±5%
1 condensatore ceramico a disco, oppure a tubetto, da 10 pF - ± 1 pF - 300 Vl opure 500 Vl
1 condensatore elettrolitico da 5 µF - 50 Vl, toll. −10% +50%
1 cordina con molletta
1 gruppo MF
1 gruppo RF a 3 gamme
2 interruttori a pallina
1 manopola a pressione
2 manopole a freccia
1 manopola a disco con traguardo
1 manopola con piattello, ∅ 35 mm
1 pannello dell'oscillatore
1 perno di comando con rondella
1 piastra per l'alimentatore
1 piastra di supporto
1 potenziometro a grafite da 1 kΩ
1 puleggia, fondo gola ∅ 80 mm
1 resistore ad impasto da 2,2 kΩ - 2 W,
1 resistore ad impasto da 56 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 120 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 150 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
3 resistori ad impasto da 330 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 10 kΩ - 1 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 100 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 560 Ω - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori ad impasto da 47 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
2 resistori ad impasto da 22 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 18 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
1 resistore ad impasto da 82 kΩ - 0,5 W, toll. ±10%
4 resistori ad impasto da 47 kΩ - 1 W, toll. ±10%
1 scatola esterna
1 scatola schermante
1 spia rossa con lampada incorporata
1 spina volante
1 trasformatore di alimentaz.; prim. 0 ÷ 220 V - sec. 175 V, 6,3 V
1 valvola ECF80 = 6BL8
1 zoccolo noval
Filo per collegamenti, filo trecciola, boccole isolate, banane, manopole, capicorda, viti, dadi, basette, distanziatori, rondelle, squadrette e minuterie varie

scuna di queste parti esamineremo ora il funzionamento.

**Funzionamento del circuito** - *Lo stadio alimentatore* non presenta alcuna particolarità di rilievo; il suo compito è di fornire la ten-

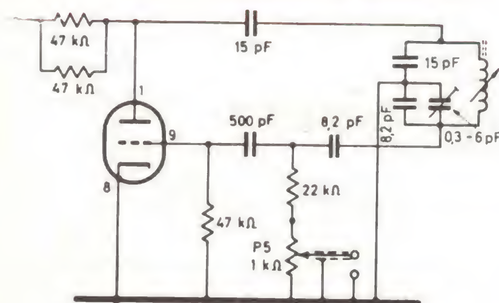


**Fig. 2 - Circuito oscillatore per la gamma MF.**

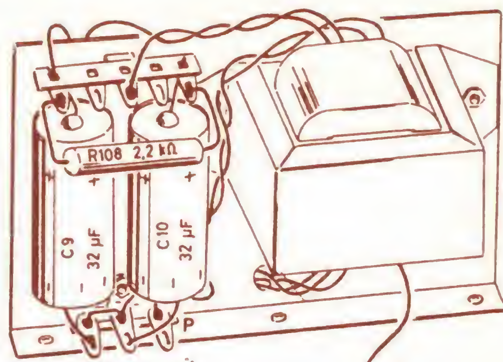


**Fig. 3 - Schema pratico dello stadio alimentatore.**

sione continua per l'alimentazione degli anodi dei tubi e la tensione alternata di valore opportuno per l'accensione dei filamenti.
Come si può osservare nello schema elettrico della *fig. 1,* la tensione fornita dall'avvolgimento secondario AT del trasformatore di alimentazione viene applicata all'anodo del raddrizzatore al selenio che provvede a raddrizzarla.
All'uscita del raddrizzatore vi è il circuito di filtro composto dai condensatori elettrolitici C9 e C10, entrambi da 32 µF, e dal resistore R108 da 2,2 kΩ; questo circuito ha la funzione di rendere perfettamente continua la tensione raddrizzata che verrà utilizzata per l'alimentazione degli anodi dei tubi dell'oscillatore BF e dell'oscillatore RF.
*L'oscillatore RF* si può considerare il principale stadio dell'oscillatore modulato, perché è quello che genera il segnale RF.
Esso è formato essenzialmente da un tubo amplificatore (nel nostro caso dalla sezione triodo del tubo ECF80), il cui circuito d'ingresso è accoppiato a quello d'uscita in modo tale da provocare l'innesco delle oscillazioni; la frequenza di queste oscillazioni è determinata dal circuito risonante collegato alla griglia controllo del tubo stesso.
Nel nostro circuito l'accoppiamento tra il circuito di griglia e quello di anodo è ottenuto dall'avvolgimento di reazione, inserito nel circuito anodico del tubo tramite il condensatore da 680 pF ed accoppiato all'avvolgimento del circuito risonante per mutua induzione.
Il circuito oscillante è formato da un avvolgimento, il cui valore d'induttanza dipende dalla gamma di frequenza che si desidera ottenere, e dal condensatore variabile CV1. Variando la capacità del condensatore variabile è possibile ottenere tutti i valori di frequenza compresi in ciascuna gamma.
L'induttanza della bobina del circuito oscillante (bobina di sintonia) può essere variata agendo sull'apposito nucleo; in tal modo è possi-

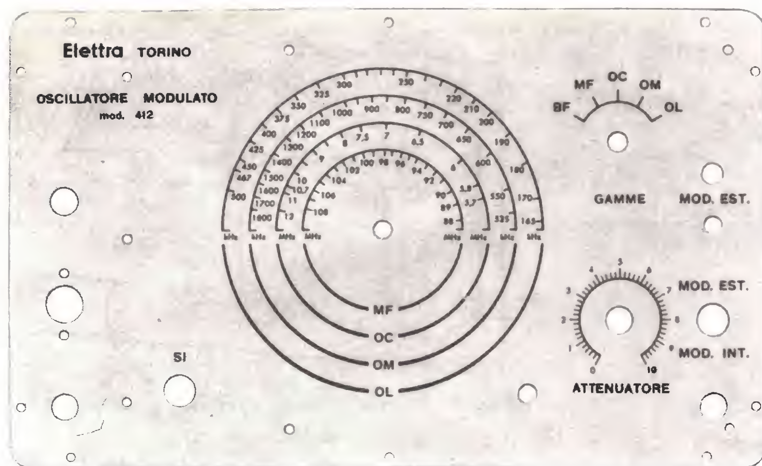



Fig. 4 - Pannello dell'oscillatore.

bile eseguire la taratura, cioè fare sì che la frequenza del segnale generato sia esattamente compresa, per ogni gamma, nei limiti stabiliti. Quando il commutatore del gruppo è disposto sulla gamma OC, interviene il condensatore da 270 pF che ha il compito di consentire al condensatore variabile CV1 di ricoprire la gamma prestabilita.

Il condensatore C19 da 500 pF ed il resistore R110 da 47 kΩ costituiscono il gruppo RC di polarizzazione del tubo. In particolare, il resistore R110 determina l'ampiezza dell'oscillazione generata: diminuendo il suo valore aumenta l'ampiezza del segnale, mentre aumentandolo accade il contrario.

Quando la manopola del gruppo RF è disposta sulla posizione MF, il circuito dello stadio oscillatore RF si presenta come illustrato nella *fig. 2*, nella quale tutti gli altri componenti che non fanno parte del circuito oscillatore per la gamma MF sono stati omessi.

Come si può rilevare, un estremo del circuito risonante è collegato alla griglia controllo del tubo tramite il condensatore da 8,2 pF, mentre l'altro estremo del circuito risonante è collegato, tramite il condensatore da 15 pF, all'anodo del tubo stesso.

La capacità del circuito risonante è formata dal compensatore e dal condensatore da 8,2 pF collegati in parallelo tra loro ed in serie al condensatore da 15 pF; il punto di unione dei tre condensatori è collegato a massa.

Questo tipo di oscillatore è detto oscillatore di Colpitts, dal nome del suo ideatore; tale tipo di oscillatore è particolarmente impiegato per generare frequenze elevate, appunto come quelle comprese nella gamma MF.

La reazione fra il circuito anodico ed il circuito di griglia è ottenuta per mezzo del partitore capacitivo, formato dal condensatore da 15 pF collegato in serie al parallelo del condensatore da 8,2 pF con il compensatore. Il grado di accoppiamento è dato dal rapporto delle due capacità.

Il vantaggio di questo circuito oscillatore è quello di non avere alcuna bobina di reazione. A differenza del circuito oscillatore per le gamme OL, OM ed OC, la variazione del valore della frequenza generata avviene variando l'induttanza della bobina del circuito risonante anziché variando la capacità; la variazione dell'induttanza avviene mediante lo spostamento del nucleo nell'interno della bobina.

*Lo stadio oscillatore BF* o modulatore genera

## CARATTERISTICHE DELL'OSCILLATORE MODULATO

**Gamme di frequenza del segnale RF:** vengono selezionate mediante un apposito commutatore. Esse sono le quattro seguenti:
— gamma OL (onde lunghe) = da 165 kHz a 500 kHz
— gamma OM (onde medie) = da 525 kHz a 1.800 kHz
— gamma OC (onde corte) = da 5,7 MHz a 12 MHz
— gamma MF (onde metriche) = da 88 MHz a 108 MHz

**Modulazione:** interna ed esterna; cioè possibilità di modulare il segnale RF con il segnale BF a 800 Hz circa prodotto dall'oscillatore stesso oppure mediante un segnale BF esterno.

**Segnale BF:** possibilità di prelevare soltanto il segnale BF a 800 Hz mediante lo stesso commutatore di gamma, per il controllo degli stadi amplificatori BF.

**Attenuatore:** a regolazione continua, ottenuta con un potenziometro a variazione lineare mediante il quale è possibile regolare l'ampiezza del segnale d'uscita da zero al valore massimo.

**Alimentazione:** in corrente alternata per le tensioni 125 V - 160 V - 220 V; alimentatore anodico con raddrizzatore al selenio.

Lo stadio oscillatore RF e quello oscillatore BF sono realizzati rispettivamente con la sezione triodo e la sezione pentodo del tubo ECF80.

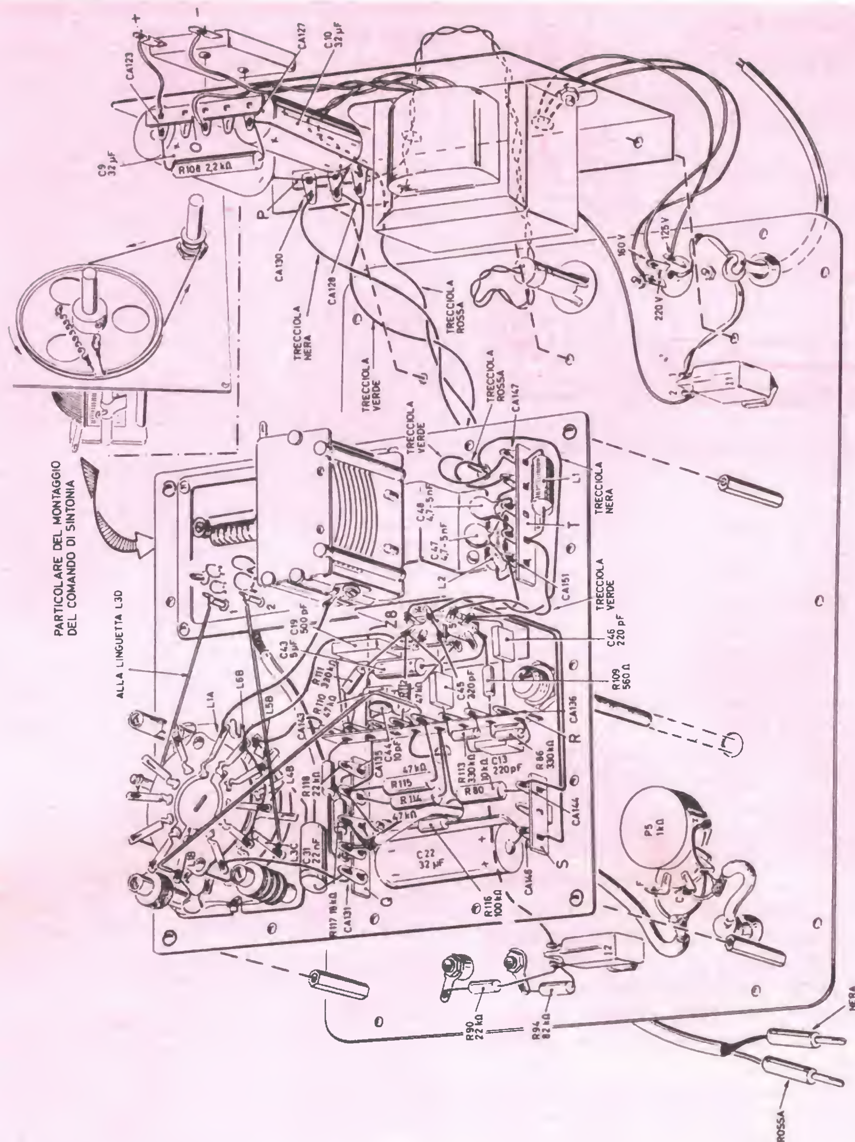



Fig. 5 - Schema pratico completo dell'oscillatore modulato mod. Elettra 412.

un segnale avente frequenza compresa, normalmente, fra 400 Hz e 1.000 Hz, con il quale si può modulare in ampiezza il segnale prodotto dall'oscillatore RF. Generalmente, per questo scopo si utilizza un circuito oscillatore BF del tipo a RC.

Il segnale d'uscita dall'anodo del pentodo viene rinviato alla griglia controllo del tubo stesso tramite la rete di reazione formata dai condensatori C46, C13 e C45 da 220 pF e dai resistori R86, R113 e R111 da 330 kΩ.

In questo modo il segnale d'uscita è riportato in griglia controllo con fase eguale a quella del segnale presente sulla griglia stessa, quindi si ha l'innesco delle oscillazioni alla frequenza corrispondente ai valori dei componenti della rete di reazione.

Il resistore R80 da 10 kΩ ha la funzione di resistore di carico.

Il gruppo di polarizzazione del tubo è formato dal resistore R109 da 560 Ω e dal condensatore C43 da 5 µF.

Il resistore R116 da 100 kΩ ha lo scopo di ridurre la tensione fornita dall'alimentatore al valore adatto per l'alimentazione della griglia schermo. Il condensatore C22 da 32 µF ha il compito di mantenere costante la tensione di griglia schermo.

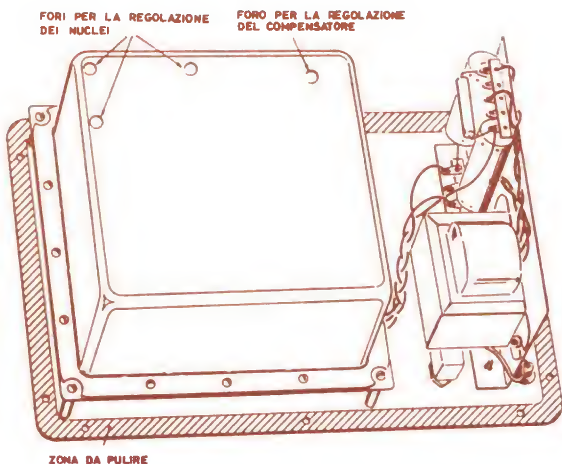



**Fig. 6 - Fissaggio dello schermo sulla piastra.**

Il circuito per la modulazione esterna è formato dai resistori R112 da 47 kΩ, R94 da 82 kΩ e R90 da 22 kΩ. Per potere modulare dall'esterno l'oscillatore si deve chiudere l'interruttore I2; in tal modo la griglia controllo dello stadio oscillatore BF viene ad essere connessa a massa tramite i resistori R112 e R94; in queste condizioni l'oscillatore BF non è più in grado di funzionare.
Il segnale di modulazione esterna, che può essere costituito da qualsiasi segnale BF, viene quindi applicato alla boccola nera ed alla boccola di massa ed inviato, tramite il resistore R90 da 22 kΩ, alla griglia controllo della sezione pentodo del tubo ECF80, che funzionerà solamente da amplificatore BF.
Il condensatore C44 da 10 pF, collegato fra il capocorda CA140 e massa, ha il compito di evitare che parte del segnale generato dallo stadio oscillatore RF possa venire irradiata all'esterno tramite le boccole per la modulazione esterna.
L'*attenuatore d'uscita* è un dispositivo che consente la regolazione dell'ampiezza del segnale all'uscita del generatore. Tale regolazione è necessaria perché, a seconda del tipo di controllo che si deve eseguire sul radioricevitore in esame, si deve poter disporre di un segnale di ampiezza opportuna.
L'attenuatore è molto semplice ed è costituito dal potenziometro P5 da 1 kΩ al quale viene applicato il segnale RF (modulato o no) tramite il resistore R118 da 22 kΩ ed il segnale BF tramite il condensatore C31 da 22 nF ed il resistore R117 da 18 kΩ. L'ampiezza del segnale all'uscita del cavetto coassiale può così essere variata ruotando il cursore del potenziometro.

**Costruzione** - Il montaggio ha inizio con la sistemazione dei componenti del circuito dell'alimentatore su un'apposita piastra di lamiera, come illustrato nella *fig. 3*.
La piastra va quindi fissata sul pannello frontale dell'oscillatore modulato (*fig. 4*) sul quale si fissano anche gli interruttori, l'attenuatore potenziometrico, le boccole d'uscita, il cambiatensione e la spia luminosa.
I circuiti oscillatori RF e BF vanno invece montati su un'apposita piastra sulla quale troverà posto lo zoccolo del tubo, anch'esso fissato su una squadretta ad elle. Si dovrà usare una certa attenzione per montare i gruppi RF e MF. I resistori, i condensatori ed i collegamenti vanno disposti con cura e ordine per evitare inneschi. Nella *fig. 5* è riportato lo schema pratico completo dell'oscillatore che, a montaggio ultimato, deve essere opportunamente schermato.
Una prima schermatura è costituita dalla scatola metallica che racchiude tutto l'oscillatore, l'altra da una scatola più piccola che racchiude i componenti montati sulla piastra (*fig. 6*) e deve essere provvista dei fori necessari per accedere ai punti di regolazione del gruppo RF e MF.
Il tutto va poi montato nella scatola vera e propria dell'oscillatore. Sul pannello frontale si devono sistemare le manopole di comando, compresa la manopola a disco con traguardo.

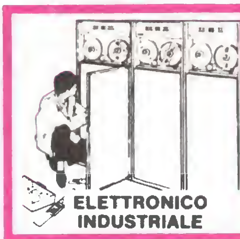
**Taratura** - Il controllo dell'oscillatore si può fare per battimento con la frequenza di emissione di una delle stazioni RAI ricevuta nella zona con un qualsiasi ricevitore.
In pratica è sufficiente utilizzare la stazione ad onde medie a frequenza più elevata ricevuta in una determinata zona. ★

*L'oscillatore descritto nel presente articolo fa parte del Corso Strumenti allestito dalla Scuola Radio Elettra (del quale può essere fornito, dietro richiesta degli interessati, l'opuscolo illustrativo gratuito). I materiali necessari per il montaggio dell'oscillatore, con le relative istruzioni, sono reperibili presso la Scuola Radio Elettra, via Stellone 5, 10126 Torino, e possono essere inviati in sei pacchi separati al prezzo di L. 4.700 per pacco più spese postali, oppure in unico pacco per L. 27.400 tutto compreso con pagamento anticipato. Lo strumento può essere inoltre fornito già montato al prezzo di L. 38.900 tutto compreso con pagamento anticipato. (I pagamenti anticipati vanno effettuati con assegno bancario oppure con versamento sul c/c postale "2/214 - Scuola Radio Elettra - Torino).*
*È pure disponibile un apposito contenitore in vinilpelle, che agevola il trasporto dello strumento e dei relativi accessori, al prezzo di L. 3.300 più spese postali.*













**CORSI TEORICO-PRATICI:** RADIO STEREO TV - ELETTROTECNICA - ELETTRONICA INDUSTRIALE - HI-FI STEREO - FOTOGRAFIA.

**CORSI PROFESSIONALI:** DISEGNATORE MECCANICO PROGETTISTA - IMPIEGATA D'AZIENDA - MOTORISTA AUTORIPARATORE - ASSISTENTE E DISEGNATORE EDILE - TECNICO D'OFFICINA - LINGUE.

**CORSO-NOVITÀ:** PROGRAMMAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI.

**CORSO ORIENTATIVO - PRATICO**
SPERIMENTATORE ELETTRONICO
Comprendente l'invio di materiali e specialmente preparato per i giovani dai 12 ai 15 anni.

Poi ho spedito un tagliando (come quello qui riprodotto) specificando il corso scelto. Dopo pochi giorni, ho ricevuto, gratis e senza alcun impegno, una splendida e dettagliata documentazione a colori, mi sono iscritto, ho regolato l'invio delle dispense e dei materiali (compresi nel prezzo) a seconda della mia disponibilità di tempo e di denaro, mi sono costruito un completo laboratorio tecnico... in una parola, mi sono specializzato studiando a casa mia, con comodo, senza nessuna vera difficoltà. Infine, ho frequentato per 15 giorni un corso di perfezionamento, gratuito, presso la sede della Scuola.

**IMPORTANTE:** al termine del corso la Scuola Radio Elettra rilascia un attestato da cui risulta la vostra preparazione.

Provate anche voi: ci sono 80.000 ex-allievi in Italia che vi consigliano la SCUOLA RADIO ELETTRA, la più grande Organizzazione Europea di studi per corrispondenza.

Compilate, ritagliate (oppure ricopiatelo su cartolina postale) e spedite questo tagliando, che vi dà diritto a ricevere, gratis e senza alcun impegno da parte vostra, una splendida e dettagliata documentazione a colori sul corso scelto. Scrivete, indicando il vostro nome, cognome, indirizzo e il corso che vi interessa: vi risponderemo personalmente.



**Scuola Radio Elettra**
Via Stellone 5/33
10126 Torino



INVIATEMI GRATIS TUTTE LE INFORMAZIONI RELATIVE
AL CORSO DI ____________

(segnare qui il corso o i corsi che interessano)

MITTENTE:
NOME ____________
COGNOME ____________
PROFESSIONE ____________ ETÀ ______
VIA ____________ N. ______
CITTÀ ____________
COD. POST. ________ PROV. ________
MOTIVO DELLA RICHIESTA: PER HOBBY ☐ PER PROFESSIONE O AVVENIRE ☐

